اندازه‌گیری زمان

پروفسور زاولسکی

ترجمهٔ مهدی تجلی‌پور

ف - زاولسکی

F ZAVELSKI

اندازه گیری زمان

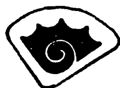
CONMENT . ON MESURE LE TEMPS

ترجمه روسی به فرانسه

ش - بیر

ترجمهٔ

مهدی - تجلی پور



کتابهای جیبی صدف

وابسته به شرکت سهامی نشر اندیشه

آقای احمدآرام براستی به‌انسانی بزرگوار و محققی فاضل است .

بقول آقای پرویز شهریاری « آقای آرام با کوششهای خسته‌کننده‌ای در مدتی طولانی اندوخته های علمی ارزنده‌ای فراهم کرده‌اند که بدون کمترین تفاخر آنرا در اختیار جویندگان می گذارند .»

بدینوسیله من از راهنمائیهای ایشان در ترجمه این کتاب سپاسگزارم .

مهدی - تجلی‌پور

کتابهای جیبی صدف

اندازه‌گیری زمان ـ ناشر: شرکت سهامی نشر اندیشه

کاغذ : ۷۰ گرمی تیراژ ۳۰۰۰ نسخه. چاپ : چاپخانه **اتحاد**

پایان چاپ اسفندماه ۱۳۴۳

ازخوانندگان‌ارجمند تقاضا دارم قبل‌ازمطالعه اغلاط‌زیر را اصلاح فرمایند .

صفحه	سطر	نادرست	درست
۲۳	۲۰	موزات	موازات
۲۷	۸	دیواری	آفتابی
۲۸	۲	رینه	رنیه
۲۸	۱۱	ثانیه	ثانیاً
۳۳	۸	اوکیل‌الما	وکیل‌الماء
۳۸	۵	هشتم	سیزدهم
۵۸	۱۴	میرسند	برسند
۵۹	۲	موزات	موازات
۷۳	٦	وجبر	وجنز
۷٤	۲	طوك	طول
۷۵	۸	سالیانه	سال
۷۸	٤	ثبت	تعیین
۸۳	۱	نوسال	نوسان
۸٦	۲۲	چند هزارم	چند ده هزارم
۹٤	۲۵	۰/۱۲	۰/۰۲
۱۰۳	۱۳	وواریدیوم	واریدیوم
۱۰۵	۱	استفاوه	استفاده
۱۲۲	٤	K	$K_۱$
۱۳۲	۱۷	گردد	گردند

صفحه	سطر	نادرست	درست
۱۴۱	۷	دکلاش	دکلانش
۱۴۷	۸	کاتوری	کاتودی
۱۵۰	۲۶	Decaron	Decatron
۱۵۴	۱۰	بسنجد	بسنجند
۱۶۵	۲۶	G . J . danov	G . Jdanov
۱۷۰	۲۵	می کتد	می کند
۱۷۱	۲۱	موادی	مولدی
۱۷۸	۲۲	پیس بینی	پیش بینی
۱۸۳	۲۵	تا بوی	تا بوت
۲۰۷	۱۰	آلفا دوسا نتور	آلفا قنطورس

فهرست

فصل پنجم : تعیین ، ضبط و اعلام زمان بطور دقیق

فصل ششم : چگونه ساعتی را میزان می‌کنند

فصل هفتم: واحدهای اندازه‌گیری و نمونه‌های واحد

فصل هشتم : ساعت اتمی

فصل نهم : واحدی برای سنجش زمانهای کوتاه

فصل دهم : مطالعهٔ پدیده‌هائی که تغییرات سریع دارند

فصل یازدهم : اندازه‌گیری هـزارم ومیلیونـم ثـانیه دستگاه های کاتودی

فصل دوازدهم : میلیونم و میلیاردم ثـانیه را چگونه اندازمی گیرند

فصل سیزدهم : ساعت هزاره ها

فصل چهاردم : سن صور مختلف زندگی روی زمین

فصل پانزدهم : آیا می‌توان عمر خورشید رامعین کرد

فصل شانزدهم : پیشرفت علوم در تحقیقات فضائی

فصل هفدهم : زمان را چگونه دراختیار می‌گیرند

۱

زمان و سالنامه

نگاهداشتن حساب روزهای سال- یکی ازروش‌های اندازه‌گیری طول زمان تقویم (گاهنامه) است ؛کارتقویم حساب کردن سال و شمردن سال هائی است که از مبدأ معینی شروع شده‌اند. تقویمی که امروزه مورداستفاده است اولین وتنها وسیلهٔ اندازه گیری زمان نیست . تاکنون بیش‌از دویست نوع گاهنامه بوجود آمده است که اختلاف زیادی با یکدیگر داشته‌اند، این اختلافات بیشتر مربوط به مبدأ و چگونگی محاسبهٔ روزهـای سال است.

دراعصار ماقبل‌تاریخ، تقویم وجودنداشته ویا شایدعوارض و علائمی برای شناختـن زمان وسپری شدن فصول بکار میرفته که در هرحال بسیار ابتدائی بوده است .

هم اکنون دراسترالیای مرکزی، جنگل های استوائـی اندونزی وامریکائی جنوبی‌اشخاصی‌پیدامیشوند که هنوز کشاورزی و سفالسازی‌را نمیشناسند و نمیتوانند گذشتن زمان را درك کرده و یا بفکر محاسبهٔ‌آن باشند.

براثرپیچیده‌ترشدن زندگی اجتماعی، کشاورزی ودریا ـ نوردی توسعه یافت ودرنتیجه احتیاج بیشتری به‌شناختن وقت و

محاسبهٔ زمان احساس گردید.

روش های قدیمی و ابتدائی بسیار بی تناسب و ناهنجار بود .

نژادهای اروپائی، نظیر اسلاو وسایر مللی که صاحب مزرعه وکشتزار بودند ازروی برداشت محصول ومراسم خرمن حساب زمان را نگاهمیداشتند .

هندیان امریکا آمدن برف را تجدید سال میدانستند.

مردم استرالیا فصل بارندگی‌را سالگرد زمان‌می‌پنداشتند.

گسترش آبیاری؛ ایجاد هیات‌های مختلف؛ بزرگ شدن شهرها و افزایش روابط اجتماعی موجب شدکه درروش محاسبهٔ زمان تجدیدنظر کلی بعمل آید .

گویا درآن وقت بعضی از ملل محاسبهٔ زمان را از روی گردش ماه انجام میدادند.

سال قمری؛ مربوط به‌شماره روزهای ماه است .

در این روش طول یك ماه، مدت زمانی استکه دو بار بطور متوالی ماه نو رؤیت شود.

طبق‌این حساب سال دارای۱۲ ماه است .

بطورتقریب طول هرماه۲۹/۵ روز است. بنابراین ماهها را ۲۹ تا ۳۰ روز حساب میکنند .

درمحاسبه، سال‌های‌قمری‌وشمسی بایکدیگر تطبیق ندارد.

مجموع روزهای یك سال قمری یعنی۱۲ماه‌آن۳۵۴روز، و حال‌آنکه یك سال شمسی $\frac{۱}{۴}$۳۶۵ روز است .

به‌تدریج برای منظم کردن سال قمری‌اصلاحات و اقداماتی بعمل آمده است .

تقویمی که برمبنای‌ماه‌تنظیم‌شده‌است بنام **تقویم مسلمانان** معروف است و ۳۵۴ تا ۳۵۵ روز طول میکشد اختلاف بین

سال مسلمانان و مسیحی‌ها ۱۱ روز است، یعنی هر ۳۳ سال مسیحی معادل ۳٤ سال مسلمانان است.

بعد ازشناختن سال قمری اسلامی تمام ماهها را بسهولت میتوان محاسبه‌کرد وساعات معین رؤیت ماه نورا شناخت، این اطلاع در تشخیص وتعیین فصول تابستان و زمستان کمکی نمیکند و فصول را باید با حساب های پیچیده‌ای تعیین کرد.

مصریان پنج هزار سال قبل از میلاد مسیح اندازه گیری زمان‌را به‌وسیله ماه شناخته بودند.

مد رود نیل در وضع اقتصادی مملکت مصر نقش مهمی دارد؛ شناختن زمان مد از نظر مردم فوق‌العاده حائز اهمیت است؛ زیرا باید وضع‌کشت وشخم مزارع خود را باآن تطبیق دهند.

هر دوماه یکبار ستاره مصاحب‌شعرای یمانی(۱)همزمان باخورشید طلوع میکند؛ لیکن دیده نمیشود، زیرا نور آن در مقابل نورفراوان خورشید نامرئی است.

ابتدای ماه‌ژوئیه‌این ستاره‌کمی زودترطلوع میکند ومدت چند دقیقه قبل از طلوع آفتاب در سمت مشرق دیده میشود.

این‌تاریخ دقیق طغیان رود نیل است.

پیشوایان مذهبی مصر در این باره افسانه‌های فراوانی گفته‌اند و همه آنها طلوع‌ستاره مصاحب‌شعرا را ازطرف مشرق با طغیان‌رودنیل تأیید میکنند.

«وقتی‌ستارهٔ‌مصاحب‌شعرادرمشرق آسمان‌میدرخشدچشمه‌های نیل میخروشد» باین ترتیب این‌ستاره مبدأ محاسبه زمان شد. زیرا هر سال در تاریخ معینی همراه با طلوع این ستاره، رود نیل طغیان میکند.

1- Sirius

اگر طلوع این ستاره مبدأ زمان باشد، سال ۲۰روز از دوازده ماه کمترخواهد بود و درآخرسال ۵ روزاضافه میماند، با این حساب‌سال۳۶۰ روزمیشود.

این نـوع محاسبه در هر سال $\frac{۱}{٤}$ روزاشتباه دارد . این اختلاف در چهار سال بیك روز میرسد و در مدت ۱٤٦۰ سال یك سال‌اختلاف وجود خواهد داشت .

این‌روزهای مورداختلاف‌اعیاد سال‌بشمارآورده میشد.

مصریها این مطلب‌را نمیدانستند، لیکن علمای مذهبی‌آنها دراصلاح تقویم همواره اختلافات‌را درنظرمیگرفتند.

پیشوایان مذهبی‌حساب روزهارا بطوردقیق وجزء به‌جزء داشته، وطبق حساب آنها، سال‌گاهی ۱۲ ماه یعنی۳۵۵ روز ، وگاهی ۱۳ ماه یعنی ۳۷۷ روز محسوب میشد .

بطوریکه اول ژانویه‌گاهی با ۱۵اکتبر طبق تقسیم‌بندی امروزی مصادف میشد.

باستناد تقویم‌آنها یك ماه معین‌گاه در تابستان وگاه در زمستان بود.

چنین بی‌نظمی مخل زندگی عادی انسان‌است .

دستور اصلاح‌این‌تقویم راژول سزار (۱) صادرکرد .

اولین‌بار درتاریخ ، سوزیژن(۲) سال شمسی را با ۳٦۵ روزوسال‌کبیسه را ۳٦٦ روز معرفی‌کرد.

این تقویم بنام ژولین(۳) معروف است و«سالنامه به‌سبك قدیم» نیز گفته می‌شود .

مبنای این محاسبه، دوبارقرارگرفتن‌زمین‌درحال تعادل

1- Jul César 2- Sosigéne
3- Julien

بهاری، دردایره انقلاب(بین مدارات سرطان وجدی) است.
یعنی مدت زمانی که بین دوتعادل بهاری قراردارد، یك سال نامیده میشود. درتعادل بهاری شب وروزمساویند. سپس به تدریج شبها بلندتر میشوند .
مدت سال شمسی ۳۶۵ روز و۵ ساعت و۴۸ دقیقه و۴۶/۱ ثانیه است(یکدهم ثانیه تقریب است).
بطوریکه میدانیم روزهای تمام ماهها یکسان نیستند ، و اغلب این نوع تنظیم برای سهولت محاسبه بکار میرود.
در تقویم شمسی ژولین، هرسال بطور دقیق $\frac{1}{4}$۳۶۵ روز طول میکشد؛ بعدازهرسه سال که ۳۶۵روزاست، سال چهارم ۳۶۶ روز و بنام سال کبیسه خوانده میشود .
مطابق تقویم ژولین هر روز بطور متوسط یازده دقیقه و چهارده ثانیه ازروزهای منطقه انقلاب طولانیتر است. این اختلاف درهر ۱۲۸ سال، به یك شبانه روز میرسد.
در سال ۳۲۵ مسیحی هیأت مذهبی عمومی در شهرنیسه (۱) تقویم ژولین را بنام تقویم مسیحی پذیرفتند . دراین سال تعادل بهاری مصادف بابیست ویکم مارس بود. بنابراین عیدپاك را اولین یکشنبه بعدازحالت بدر ماه بهار قرار دادند .
به سبب اختلاف طول روزها باروزهای منطقه انقلاب، مبدأ حقیقی بهار (تعادل شب وروز) تغییر کرد، بطوریکه این اختلاف در نیمه دوم قرن ۱۶ یعنی در سال ۱۵۸۲ به ۱۰روزرسید .
این اختلاف درزندگی مردم اخلالی ایجادنکرد، لیکن ازنظرمذهبی تولیداشکال نمود، زیرا عید پاك کم کم ازبهار به طرف تابستان رفت .

1- Nicée

برای اصلاح قوانین عیدفصح بدون اینکه به‌مصوبات انجمن مذهبی سال ۳۲۵ شهر نیسه لطمه‌ای وارد بیاورند ، اقداماتی بعمل آمد که‌چون درزمان پاپ گرگوارسیزدهم(۱) انجام گردید بنام **تقویم گرگوار** نامیده شد. عده‌ای هم این اصلاحات را **«روش نو»** نامیدند .

برای جبران ۱۰ روز اختلافی که ازسال ۳۲۵ تا ۱۵۸۲ ایجاد شده بود روز پنجم اکتبر ۱۵۸۲ را ۱۵ اکتبر به‌حساب آوردند و تصمیم گرفته‌شد برای جلوگیری از چنین اختلافی در هر ۴۰۰ سال ۳روز اضافه درنظر بگیرند ، بدین‌معنی که‌سه‌سال آخر قرن راکه کبیسه هستند، معمولی اعلام‌کنند.

البته سال‌هائی که با حذف‌دوصفر به ٤ قابل‌قسمت هستند از این قاعده مستثنی باشند ، مانند سال‌های ۱۶۰۰ ، ۲۰۰۰ و غیره .

درروسیه تزاری‌مسأله‌روش‌نو به‌تأخیرافتاد. زیرا کلیسای ارتودوکس (۲) میترسید به‌آئین مذهبی لطمـه‌ای وارد شود . یعنی از تلاقی عید پاك مسیحی‌ها و کلیمی‌ها وحشت داشتند .

روش نو ازفوریه ۱۹۱۸ درروسیه معمول شد ، ودر این تاریخ‌درست ۱۳روز اختلاف وجودداشت.

سال گرگواری ؛ تقریباً ۳۰ثانیه‌ازسال‌منطقه‌دایره‌انقلاب بزرگتر است ؛ و این اختلاف در مدت ٤۰۰سال به۲ساعت و۵۳ دقیقه، ودرمدت ۳۳۰۰ سال به‌یك‌روزمیرسد.

در زندگی معمولی میتوان از این‌اختلاف‌صرفنظر کرد، لیکن تقویم گرگوار برای مشخص‌کردن روزهای معینی ازسال بدون عیب ونقص نیست. ماههای این‌سال به‌یك‌اندازه‌نیستند و بین ۲۸،۲۹،۳۰ تا ۳۱ روز تغییرمیکنند. بدینطریق‌هر فصل‌بین ۹۰

1– Grégoire 2– Orthodoxe

تا ۹۲ روز میباشد.

ماههای چهارم هیچگاه ازیك روز معین شروع نمیشوندو تعیین آن بطوردقیق بسیار مشکل است.

نام ماهها وروزها وهمچنین تقسیم سال به چهار فصل وهفته به هفت روز ازآئین بسیار قدیم است که تاریخ آنها بطور دقیق مشخص نیست . لذا نمیتوان این تقسیمات را به تقویم جدید نسبت داد.

درسال ۱۹۲۳ «جامعه ملیون» تقویم جدیدی عرضه داشتند؛ که درآن تمام فصول ۹۱ روزی وسال به ۱۳ ماه تقسیم شده بود . اولین ماه هر فصل ۳۱ روزی وبقیه ۳۰ روزبود. هرهفته ازیکشنبه شروع میشد .

با این حساب که هر فصل ۹۱ روزی باشد چهار فصل ۳٦٤ روز میشود. روزبعدازسی‌ام دسامبر جزء سال نبوده و تاریخ نداشت، بنابراین عید و تعطیلی محسوب میشد و بنام تعطیلی سال نو معروف بود .

در سال کبیسه روز دیگری همچنین وضعی راداشت وآن فردای سی‌ام ژوئن بود .

این تقویم نسبت به تقویم‌های جدید امتیازاتی دارد . زیرا تقسیمات سال درآن منظم تراست.

بطورقطع تقویمی موردپذیرش است که بین‌المللی بوده ومتعلق به افرادیادسته و مذهب خاصی نباشد .

تقویم جامعه ملیون ۱۹۲۳ وتقویم های دیگری که تاکنون گفته شدهیچیك مورد قبول کامل نیستند .

دوره و عصر

در تاریخ روم قدیم گفته میشود « سال ۶۲۲ سال بنیان‌گذاری روم است؛ زیر در این سال پوپلیوس لیسینیوس کراسوس(۱) پیشوای عالیقدر به همراهی عده‌ای، علیه اشرافیت قیام کرد .»

وقایع مهم تاریخ زمان را تقسیم میکنند .

حساب ماهها وروزها در تقویم رومی باآنچه امروز معمول است اختلاف زیادی دارد؛ لیکن شناختن اساس تقویم رومی کار مشکلی نیست، و به‌سهولت قابل محاسبه است.

در روم تقسیمات تاریخی زمان دارای ریشه بسیار قدیمی است .

روش‌های قدیمی تقویم رومی براساس وقایع، وتقسیم زمان بر دوره‌ها استوار بود.

قضایای متعدد تاریخی بخصوص وقایع مربوط به‌روم، موجب تنظیم حساب زمان میشد، به‌طوریکه «تأسیس روم» در ۷۵۳ ق-م و مراجعت کراسوس به‌سال ۱۳۱ ق.م نمونه این وقایع است.

مثلاً درتاریخ قدیم آشوریها این مطلب نوشته شده است:

«در دوره پوران ساگال (۲)شجاع شورشی درآشور افتاد و درهمان‌ماه کسوفی روی داد.»

ارزیابی تاریخ بدینطریق بسیار مشکل است، زیراتاریخ جنبه اختصاصی پیدا میکندو وقایع بقدری متعددند که هیچکدام نمیتوانند زمان را بخود اختصاص دهند .

مثلاً وقتی‌درتاریخ‌یونان دوره شجاعان گفته‌میشود؛ منظور زمانی است که‌عده خاصی‌برمملکت یونان حکومت میکردند.

1- Publius Licinius crassus

2- Pour-an-ca-gal

مطالعه ودقت درتاریخ موجب شدکه‌وقایع مختلف راباهم تطبیق داده وزمان را مشخص‌تر بیان کنند.

مثلاً دورهٔ شجاعان‌را۷۶۳ سال‌قبل ازمیلاد تخمین‌میزنند.

خوشبختانه دراین دوره تاریخی‌کسوفی روی داده‌که در روشن شدن زمان‌کمك بیشتری میکند.

از روی محاسبات میتوان‌آن تاریخ را بطوردقیق اعلام کرد. که در ۱۵ ژوئن۷۶۳سال قبل از میلادبوده است. (مطابق تقویم آسوری‌ها)

انتخاب مبدأ سال درتقویم‌های مختلف همیشه تابع شرائط متفاوت بوده است . لیکن اغلب ایـن شرائط ثـابت و مشابه یکدیگر ند .

اعراب قبل ازاسلام محاسبهٔ زمان را بطرزخاصی انجام میدادندومثلاً برای‌عنوان کردن‌تاریخی« بعدازسال‌فیل» میگفتند. وجه تسمیه این تاریخ سالی بودکه درآن مردم یمن با فیل بـه مکه حمله‌کردند. وطبق آن، این تاریخ برای همیشه مؤید این دوره است . و وقایع‌مهمی‌که درآن‌زمان اتفاق‌افتادهٔ زیاد بوده از جمله تاریخنویس معروف یونانی بنام توسیدید (۱) ، جنگ پلوپونز، وقایع تروا (۲) وتبعید پیسیسرات(۳) راهم باین‌دوره منسوب میدارد .

بسیاری از این دوره‌ها هم به حکومت‌ها و پیروزی‌های ملی منسوب‌هستند .

مانند دوره اگوست و یا الکساندر وغیره.

1- Thucydide 2- Troie

3- Pisisrate

این‌دوره درواقع دوره پیروزی اگوست‌بر آنتوان‌است .

در چنین دوره‌ای‌که مطابق سال ۱۵۵۶ بوده در هند اکبرشاه مغول ازسلسله تیموریان‌حکومت میکرد وشروع‌سلطنت خودرا مبدأ تاریخ قرارداد.

درمبارزه برتری مذهبی، علمای دینی درجستجوی تقویم صحیحی بودند.

دوره‌ها واعصاری‌که جنبه جهانی‌دارند، مانندخلقت دنیا و روز واپسین‌از دوره‌هائی هستندکه به‌نسبت‌بسیار وسیع‌ابتداء و انتهای تاریخ‌اند . تقریباً ۲۰۰دوره‌درطول‌تاریخ‌قرارداده‌اندکه طولانی‌ترین‌آن بنام‌خلقت‌دنیا، که‌آنرا ۶۹۸۴ سال قبل ازمیلاد مسیح فرض‌کرده‌اند.

این‌نوع تقسیمبندی بااطلاعی‌که ازدوره‌های زمین شناسی داریم برای عمرزمین بسیار ناچیزاست. زیرابااینکه‌کره زمین نسبت به‌ستارگان دیگر بسیار جوان است؛ باز عمر این‌کره را میلیاردها سال‌میدانند.

معروف‌ترین دوره تاریخ بنام دوره مسیحی است‌که به **«دوره معاصر»** مشهوراست.

این دوره از روز تولد عیسی مسیح آغاز میشود. عصرمسیح بوسیله‌شخصی رومی بنام دانـی‌لوپوتی (۱) در سال ۲٤۱ عصر دیوکلس (۲) عنوان شد .

مبدأ این‌حساب‌ها بااینکه‌افسانه‌ای(رستاخیز وتولدمسیح) بودند انتشار وسیعی پیداکرده وکم‌کم‌اعداد مطلق و ثابتی‌شدند.

زیرا این قرار دادها بعد از مسیح به‌وسیلهٔ پیروان او گذاشته‌شدند .

هر ۱۹ سال قمری یکبار تاریخ ماهها باهم‌تطبیق میکند

1- Denys le petit 2- Dioclétien

و منظم میشود ، این دوره‌را دورهٔ متون(۱) مینامند.

هر ۲۸سال‌یك‌دورهٔ خورشیدی نامیده میشود ،که تمـام روزهای هفته دریك‌تاریخ‌تکرارمیگردند.

با این‌حساب هر۵۳۲سال(۵۳۲=۲۸×۱۹) یکبارعید پاك درهمان‌روز معین‌قرار میگیرد .

مدت‌ها قبل از دانی (۲) بزرگان دین مسیح برای روز ۲۵مارس‌اهمیت زیادی قائل بودند. عده‌ای‌ازآنها خلقت‌جهان‌را روز ۲۵ مارس میدانستند ؛ وعده‌ای دیگر این‌روز راروز تولد حضرت مسیح دانسته‌اند تعدادی هم ۲۵ مارس را روز رستاخیز اعلام‌کرده‌اند .

در سال۲٤۱ (دوره دیوکلس) دانی پس ازمحاسبه اعلام کردکه ۳۸سال دیگر روز ۲۵ مارس تکرار میشود .

دانی تاریخ‌رستاخیزمسیح‌را بطریق‌زیرمحاسبه‌کرد :

۳۸ سال به سال دیوکلس افزود و ازاین مجموع ۵۳۲ سال‌کاست۲۵۳-=۵۳۲-۳۸+۲٤۱واظهارداشت۲۵۳سال‌قبل از دوره دیوکلس‌روز رستاخیزمسیح بوده چون‌در روز رستاخیز ۳۰ ساله بود دانی بعددی‌که بدست‌آورده بود۳۰ سال افزود و روز تولد عیسی مسیح‌را ۲۸۳ سال قبل از دوره دیوکلس اعلام کرد .

باین‌ترتیب ۵۲٤ سال‌از تولدمسیح گذشته‌بود وسال‌جاری را «دانی» سال پانصد وبیست وپنجم تولد مسیح گفته‌است.

در انجیل‌تاریخ تولد مسیح دقیق‌نبوده ؛ بلکه‌بسیار درهم ووابسته به‌وقایع دیگراست‌که بدستور اوگوست(۳) هیئتی‌مأمور جمع‌آوری‌وقایع همزمان‌با تولدمسیح در سوریه واسرائیل‌شدند.

1- Metonien . 2- Denys.
3- Auguste .

در سوریه از روی زندگی پیلات (۱) و هرود (۲) به‌تحقیق درباره‌آن پرداخته‌اند ولی‌دقیقاً به‌نتیجه نرسیدند.

مسأله ۵۳۲ سال دانی درمورد تطبیق روزها با هم‌کم‌کم مورد قبول واقع شد و روم آنرا پذیرفت در قرن هشتم‌فرانسه و در ۲۹ دسامبر ۱۶۹۹ روسیه نیز آنرا قبول‌کرد.

روز تولد مسیح درآخر قرن۱۸ درتمام‌کشورهای‌مسیحی یکسان شد.

نزدمسلمانان دوره خاصی‌برای‌مبدأ تاریخ وجود داردکه هجرت نامیده میشود و آن روزی است‌که محمد (ص) ازمکه به مدینه هجرت‌کرد.

این‌دوره درزمان خلافت عمر درسال ۶۳۷ مطابق تاریخ مسیحی‌تعیین شده ولی عمر تاریخ هجرت‌را در۶۲۲ اعلام‌نمود.

آخرین مبدأ تاریخ تقویم **جمهوری** است‌که درفرانسه تنظیم شده است.

روز۲۲ سپتامبر ۱۷۹۲ تاریخ اعلام جمهوری است.

این‌تقویم توسط ناپلئون بنیان‌گزارده شده وبعداز اواز بین رفت.

تقویمی که‌اکنون‌مورداستفاده‌ماقرارمیگیرد بدون‌عیب‌نیست.

بزرگترین ایرادی‌که برآن وارد است نا مساوی بودن ماههاست‌که بدون هیچ دلیلی درنظرگرفته شده است.

برای ارزیابی‌دقیق طول‌زمان که‌برمبدأ حقیقی‌ویاتاریخی استوار است نقطه تفکیك یا مبدأ، نقش ثانی را بازی می‌کند.

آنچه حائزکمال‌اهمیت است اینست‌که تقویم بتواندبرای همیشه موقع معینی‌را اعلام‌کند.

شاید مبدأ یامأخذ آن چندان مهم نباشد.

1- Pilate 2- Hérod

۲

چگونگی اندازه گیری در زمان‌های بسیار قدیم

چگونگی اندازه گیری زمان درهرعصر و دوره‌ای تابع پیشرفت علوم وفنون بوده‌است .

تکامل این وسائل ازساعت آبی که وسیله اندازه گیری در زمان‌بسیارقدیم بوده‌تاساعت نجومی جدیدکه میتواندتا یکهزارم ثانیه را اندازه‌بگیرد پیش‌رفته است .

چون برای اندازه گیری ملیارد ها سال تا میلیونیم ثانیه همیشه تحقیق میشود، میتوان اختراع‌ساعت را یکی‌ازجالب‌ترین مبارزات انسان برای پیروزی برطبیعت دانست.

ساعت آفتابی

اولین وسیله‌ایکه انسان برای اندازه گیری زمان بکار برد ساعت‌آفتابی بود . پس‌از آن به ترتیب ساعت شنی، ساعت شمعی و ساعت آبی‌نشان دهنده زمان بودند .

ازتاریخ استفاده از ساعت آفتابی مدت زیادی می گذرد این‌زمان‌در حدود ۵۰۰ سال قبل از میلاد میباشد.

اختراع آن‌را به شالدان بروز(۱) نسبت داده‌اند.

ساعت آفتابی از میله‌ای بنام استیل (۲) تشکیل شده که سایه‌اش روی‌یك صفحه حرکت میکند.

بنابراین ساعت آفتابی فقط در روز مشروط براین‌که آسمان ابری نباشد کار میکند.

اساس‌کار این ساعت اینست‌که براثر تابش‌آفتاب هنگام صبح سایه میله‌روی صفحه طویل بوده وبه‌تناسب بالاآمدن‌آفتاب ازطول سایه‌کاسته میگردد.

بعدازظهر مجدداً به‌طول‌سایهٔ‌میله‌درجهت‌دیگرافزوده‌میشود. صبح جهت سایه به‌طرف مغرب ونزدیك ظهر به‌شمال، و غروب به‌سمت غرب‌است. (در نیمکره شمالی) از روی این ساعت بدوطریق زمان را میشناختند:

۱ـ طول سایه میله.

۲ـ جهت آن.

بدیهی‌است‌تشخیص به‌طریق دوم مشخص‌تر ودقیق‌تر بود.

قدیمی‌ترین ساعت آفتابی شاید به‌مراتب ساده تر ازاین بوده، زیرا چوب یامیله‌ای را درزمین فرومیکردند و باتوجه بجهت سایه‌آن وقت‌را میشناختند.

ساختمان چنین‌ساعتی مسلماً بسیارساده‌است؛ لیکن‌کاربا آن‌آسان نیست. زیرا اساس‌ساختمان این‌ساعت‌را یك میله قائم ویك صفحه‌افقی تشکیل میدهد؛ لیکن سایه‌ایکه نوك میله روی صفحه میاندازد نسبت به ماههای مختلف متغیراست.

دانشمندان قدیم برای اصلاح و تکمیل ساعت آفتابی کوشش فراوان مبذول داشته‌اند، بطوریکه ساعت های مختلفی

1- Chaldéen Bérose   2- Style

اختراع شد که میله هر کدام به‌اندازه وبا وضع مخصوصی بوده که منحنی آنها شکل خاصی داشت؛ هریك ازاین ساعت‌ها به‌ماه معینی تعلق داشت و درجه‌بندی آن باماه مخصوصی تنظیم شده بود .

معروفترین این ساعت‌ها منسوب به‌ارسطرخس دوساموا(۱) منجم معروف یونانی است.

این دانشمند صفحه ساعت آفتابی خود را به‌صورت مشبك ساخت .

منجم مشهور دیگری از یونان بنام اودوکس (۲) نوعی ساعت آفتابی ساخت که به‌علت خطوط درهمی که داشت به‌نام تار-عنکبوت(۳) معروف شد. شکل(۱)

این ساعت باوجودیکه بهتر میتوانست زمان‌را نشان دهد؛ لیکن بعلت مشکل بودن ساختمان ،کمتر مورد استفاده قـرار گرفته است .

بعداز اصلاحاتی که در ساعت آفتابی بعمل آمد ، علمای علم نجوم ساعتی ساختند که میله آن به‌موازات محور زمین قرار داشت وبطور دقیقتری زمان‌را نشان میداد .

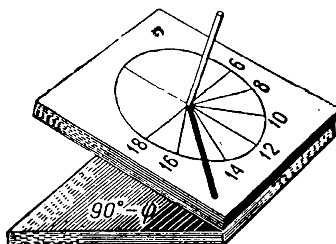
اگر میله ساعت موازی محور زمین باشد، حرکت زمین، در روز های مختلف درجهت سایه آن اختلاف ایجاد نمیکند و جهت سایه همیشه بطرف یکی ازدوقطب است .

اگر میله به‌موزات خط استوا بوده یعنی سطح ساعت نسبت بمیله (استیل) شاقولی باشد دراینصورت سایه‌ای که روی صفحه حرکت میکند دایره خواهد بود؛ دراین صفحه سرعت حرکت سایه همواره ثابت میماید .

1- Arsitarque de samos 2- Eudox
3- Arkhnê .



شکل ۱ــ ساعت آفتابی تارعنکبوتی



شکل ۲ ــ ساعت آفتابی مخصوص مناطق استوائی

با این وضع ، تقسیمات روی صفحه به‌اندازه‌های مساوی، صحیح‌تر و دقیق‌تر انجام شده است .

این نوع ساعتها مخصوص منطقه‌استوائی است . (شکل۲)

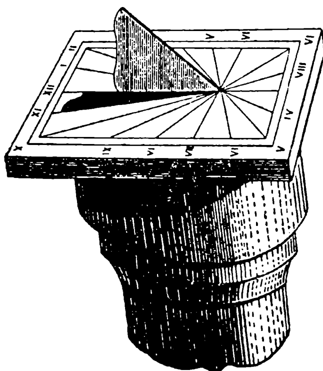
میله این نوع ساعت (ساعت آفتابی استوائی) باید نسبت به‌سطح افق زاویه‌ای‌معادل φ ـ ۹۰ داشته باشد که در آن مقدار φ برابر عرض جغرافیائی آن نقطه است.

مثلاً اگر بخواهیم چنین ساعتی برای‌شهر مسکو بسازیم چون عرض جغرافیائی این شهر ۵۵ درجه‌و٤۵ دقیقه است لذا باید صفحهٔ ساعت نسبت بسطح‌افق ´٤۵/°۵۵ـ۹۰یعنی ۳٤ درجه و۱۵ دقیقه مایل باشد .

میلهٔ چنین‌ساعتی بایدکاملاً در مرکزصفحه‌ساعت، بطور عمود برصفحه‌قرار داشته؛ وبلندی‌آن طوری‌باشدکه ازهرطرف دیده شود. زیراکه سایهٔ‌میله در قسمتی‌ازسال روی‌سطح فوقانی ودرقسمت دیگرسال‌روی سطح تحتانی‌صفحه میافتد .

امتیاز ساعت‌استوائی اینست‌که اولاً تقسیمات صفحه آن مساوی است. ثانیاً برای تمام روزهای سال قابل استفاده‌است .

ایرادی‌که براین ساعت وارد است، اینست‌که در قسمتی ازسال سایهٔ میله در سطح تحتانی میافتد و در اینصورت مشاهده و خواندن آن مشکل است ؛ وحال‌آنکه در ساعت آفتابی افقی‌این عیب وجود نداشت.



شکل ۳ ـ ساعت آفتابی مسطح

ساعت آفتابـی افقـی مطابق (شکل۳)ازیك صفحه افقی و یك میله مثلثی شکل تشکیل شده است .

زاویه تند این مثلث که مساوی عرض جغرافیائی آن منطقه‌است برصفحه‌ساعت منطبق میباشد .

(در مورد ساعت‌هائی که میله آنها بموازات محور زمین ساخته شده این زاویه مساوی صفر است) .

میلهٔ این‌ساعت نسبت به‌صفحه‌اش شاقولی؛ وامتداد قاعده مثلث درجهت شمال‌وجنوب قرار دارد.

هنگام ظهر سایه میله بطرف‌شمال قراردارد. (درنیمکره شمالی) به‌این طریق‌تقسیمات صفحه ساعت‌آفتابی طوری‌است که درست هنگام ظهر سایه درامتداد ضلعی از مثلث که روی صفحه منطبق‌است قرارمیگیرد.

در ساعت آفتابی افقی سرعت تغییرات سایه هرگزثابت نیست .

زوایای مثلث (استیل ساعت‌افقی) به نسبت نامساوی‌بودن تقسیمات صفحه نامساویند.

ساعت آفتابی افقی درتمام روز قابل استفاده است .

امتیاز این ساعت برساعت‌آفتابی استوائی اینست‌که سایه همیشه دربالای صفحه میافتد.

ازاین ساعت درزمان قدیم استقبال زیادی شده‌است.

ستون‌های زیبای قدیم مصراغلب استیل ساعت‌های‌آفتابی بوده‌اند .

در هند روی دسته چترها ساعت‌های آفتابی تعبیه کرده بودند. روی برجی عظیم درآتن یك ساعت آفتابی بزرگ نصب شده بود .

در روم‌که حرفه نظامی رونق بسیار داشت؛ بر اثر این حسن‌توجه‌پیروزیهای‌زیادی‌کسب میکردند. ودرزمان‌امپراطوری اگوست ستون سزوستریس(۱)راکه ۳٤ مترطول داشت از مصر

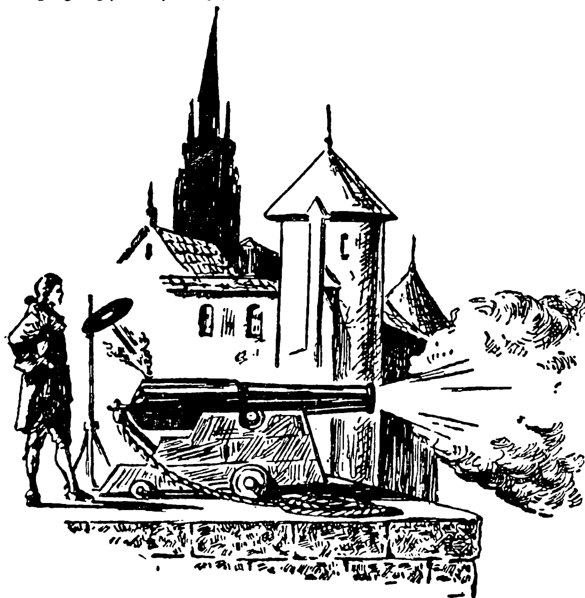
1- Sesostris

آورده ودروسط میدان مارس(۱) نصب کردند، این‌ستون به‌طریقی نصب‌شده بودکه ساعت آفتابی صحیحی تشکیل میداد.

در سال ۱۲۷۸ امپراطور چین بنام کوشوشینك (۲) در یکن‌ساعت آفتابی نصب کرد که طول میله‌آن ٤۰ پا بود.

در سال ۱٤۳۰ منجم معروف ازبك بنام الغ بیك ساعت آفتابی‌که طول استیل آن به ۱۷۵ پا (تقریباً ۵۰متر) میرسید در یکی از میدانهای سمرقند برپا نمود.

توجهٔ پادشاهان و امراء به ساختن ساعت های دیواری تنها به‌علت نشان‌دادن عظمت خودشان نبود؛ بلکه براثر نیازی



شکل٤ـ توپی که درست سر ظهرتوسط نور خورشید منفجر میشد

1- Mars 2- Cochouching

بود که همه بشناختن زمان داشتند.

رینه (۱) مکانیسین معروف به‌کمك عدسی و باروت نوعی ساعت‌آفتابی ساخت که هنگام ظهر سوت میزد ،

مکانیسین دیگری بنام روسو (۲) عدسی‌را روی‌توپی به‌طریقی قرار داد، که در ساعت دلخواه توپ شلیك میشد؛ اینکار اغلب برای اعلام ظهر انجام میگرفت .

ساختن ساعت‌های آفتابی تا قرن شانزده وهفده نیزادامه داشت. امروزه هم‌این ساعت‌ها ساخته میشوند؛ لیکن فقط جنبهٔ تزئینی دارند .

ساعت های آفتابی هرچه زیبا و دقیق هم ساخته میشدند اولاً در شب‌ها، و روز های ابری قابل استفاده نبودند؛ ثانیه در مسافرت‌ها، یا در موقع جنك حمل ونقلشان غیرممکن بود . لذا ساعت شنی بیشتر مورد توجه قرار گرفت .

ساعت شنی

ساعت شمعی، ساعت آبی

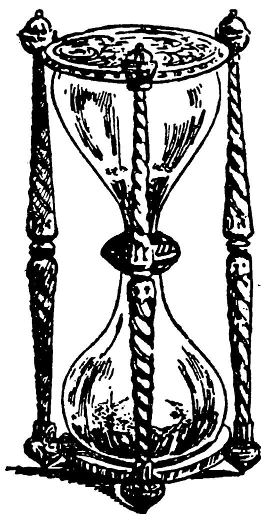
اساس‌ساختمان‌ساعت‌شنی‌از دوظرف شیشه‌ای که یکی‌بالاتر از دیگری قرار دارد تشکیل شده، این دوظرف به‌وسیله قیفی بهم مربوط هستند .

ظرف بالائی از شن‌های یکدست و یك اندازه پر است. دانه‌های شن بطوریکنواخت به‌داخل‌ظرف پائین میریزند؛ این خود وسیله اندازه گیری زمان است .

وقتی شن های ظرف بالا خالی شد محل دو ظرف را عوض‌میکنند وظرف پرشده‌را مجدداً دربالا قرارمیدهند؛زیرا از

1– Regnier 2– Roussau

نظر شکل وکاردوظرف بالا وپائین هیچگونه اختلافی بایکدیگر ندارند. (شکل ۵)



شکل ۵ ـ ساعت شنی

برای اندازه گیری دقیق تر زمان میبایست ظرف‌های فوقانی را باندازه‌های مختلف قرار دهند، بطوری که یکی ربع ساعت، یکی نیم‌ساعت، دیگری سه ربع ساعت و چهارمی یك ساعت را نشان دهد. یعنی وقتی ظرف کوچك ازشن خالی شد یك ربع ساعت باشد.

خالی شدن ظرف دوم نشانه نیمساعت، ظرف سوم سه ربع ساعت، و بهمین ترتیب وقتی ظرف چهارم ازشن خالی‌شد نشانهٔ گذشت یکساعت باشد. این چهار ظرف بایکدیگر ارتباط دارند وشن‌های آنها به‌چهار ظرف پائین میریزد، به محض تمام شدن شن ظرف‌های بالائی کسی که مأمور اینکار است‌دستگاه را وارونه میکند تا یکساعت دیگر از زمان سنجیده شود.

این نوع ساعت بیشتر بکار دریانوردان میآید و برای تعیین اوقات‌کار و استراحت گروههای دریانوردان مورداستفاده قرار میگیرد.

ساعت شنی درصورتی‌زمان‌را درست ودقیق‌اندازه میگیرد که شن‌ها ریز، خشك و یکنواخت باشند، و بهم نچسبند و راه قیف را مسدود نکنند.

در قرن سیزده برای تهیهٔ شن با شرایط مناسب؛ شن و خاکستر مرمر را با شراب وآبلیمو میجوشاندند تاکف کنند سپس کف آنرا میگرفتند و مجدداً آنقدر میجوشاندند تا خشك شود ، اینکار را ۹ مرتبه تکرار میکردند .

باوجود اینهمه مراقبت ساعت شنی وسیلهٔ بسیار مطمئنی نبود وگاهی نامنظم کارمیکرد. این نوع‌ساعت‌اولاً برای‌اندازه‌گیری زمان های‌کوتاه مناسب است . ثانیاً دائماً مراقبت لازم دارد .

به‌این جهت بزودی ساعت‌های شمعی وآبی جای ساعتهای شنی راگرفتند و درسراسر دنیای قدیم رایج شدند.

یکی‌ازوسائلی‌که معدنچیان قدیم‌بکارمیبردند ساعت شمعی بود وآن عبارت از:

ظرفی بودکه آنرا از روغن پر میکردند و فتیله‌ای از دهانهٔ آن خارج میساختند. شمع به‌اندازه‌ای بودکه درست ۱۰ ساعت روشن باشدکارکارگرهای‌معدن با این‌چراغ تنظیم میشد، یعنی از وقتی‌که آنرا روشن میکردندکارگران به‌معدن وارد شده و وقتی خاموش میشدکارشان‌به‌پایان میرسید.

در چین ساعت شمعی مخصوصی داشتند. (شکل۶)

برای ساختن آن، نوعی چوب جنگلی را بصورت پودر درآورده؛ با عصاره های مخصوصی‌آمیخته و خمیرکرده ، سپس آنرا بصورت پیچیده یا رشته‌ای بکار میبردند.

طول بعضی ازاین ساعت‌های شمعی بیش‌از چند متراست. چنین ساعتی قادر است زمانی‌به‌درازای یك‌یا چند ماه رانشان دهد.این ساعت علاوه برآنکه‌اطاق راروشن میکندبوی مطبوعی نیز پخش مینماید. گاهی به رشته ساعت شمعی گلوله های فلزی میبندند؛ بطوریکه وقتی آتش‌به‌آن میرسد رشته را پاره میکند



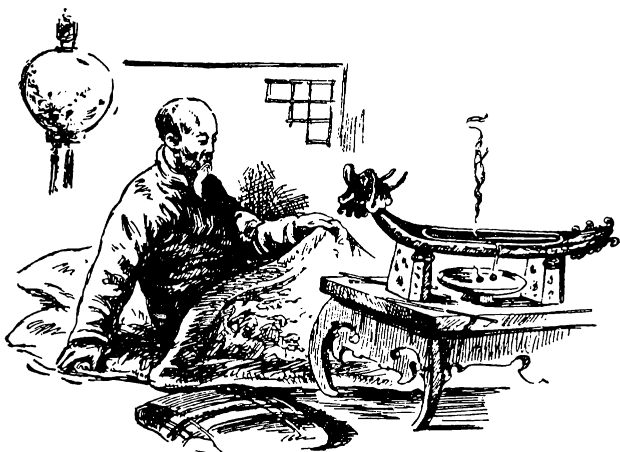
شکل ٦ ـ ساعت‌شمعی چینیها

وگلوله فلزی با ضربه شدیدی به‌ظرف‌چینی‌که زیر ساعت قرار دارد میخورد و از صدای آن شخص خوابیده بیدار میشود. لذا این ساعت راساعت شمعی بیدارکننده مینامند. (شکل۷)

عده زیادی‌ازاختراعات گذشتگان در قرون وسطی‌بطوری از میان رفت و فراموش شد؛ که حتی اثری نیز ازآنها به‌جای نماند.

دردیرها و صومعه‌های قدیم گاهی درازی شب را ازتعداد دعاها ونمازها می‌فهمیدند؛ لیکن مسلماً این روش هیچگاه دقیق نبوده است.

اززمانی‌که در دیر به‌وسیله سوختن شمع‌وقت را میشناسند دیر زمانی نمیگذرد. برای شناختن زمان های‌کوتاه؛ شمع را علامت میگذاشتند. سوختن مقدار معینی از شمع ؛ نشان‌دهندهٔ وقت مشخصی بود.



شکل ۷ـ ساعت شماطه‌دار چینی

به‌اینوسیله‌مثلاً می‌فهمیدند که چقدر از شب گذشته‌است. دراروپا به‌تدریج روی ساختمان ساعت‌های‌شمعی تغییر وتحولاتی داده شد .

مطبوع بودن بوی مخصوص ساعت شمعی، و جالب بودن چگونگی اجرای آن، موجب شد که مدت زیادی مورد استفاده قرار گیرد .

ایرادهای واردبرساعت‌شمعی، سختی تهیه شمعها یا چوبك های سوختی یکنواخت ، جلوگیری از عوامل مؤثر در تسریع سوختن، از قبیل عوض شدن هوا، باد وغیره زیرا اینها عواملی بودند که‌میتوانستند نظم کار ساعت شمعی‌را مختل سازند .

عیب دیگراین ساعت‌ها اینست که مرتب باید تجدیدبشوند

وحال‌آنکه این نقص در ساعت های آبی نیست، و تجدید منبع آب نیز کار مشکلی نمیباشد. **ساعت آبی،** برای اولین بار در مصر مورد استفاده قرار گرفته است . ممالك دیگری که بعد از مصر از این ساعت استفاده کرده‌اند عبارتند از :

اسرائیل، بابل. یونان و چین .

یونانی‌ها ساعت آبی راکلپس ئیدر (۱) مینامیدند.

در آبادیهای الجزایر آب ارزش زیادی دارد و شخصی که متصدی‌تقسیم‌آب است اوکیل‌الما (۲) نامیده میشود اوبرای اینکـه آب را به‌میزان مساوی و معین‌بین زارعین تقسیم‌کند؛ همزمان با ورودآب درمزرعه معین، یك منبع‌کوچك راکه تنها یك منفذ دارد نیز از آب پر میکند. آب قطره قطره از ایـن منفذ خارج میشود .

وقتی آب این منبع خالی شد متصدی آب ، آب سهمیه آن دهقان را تمام شده میداند، زیرا وقت را با خروج قطره های آب از منبع تنظیم‌کرده است .

تمام شدن‌آب نشان دهندهٔ اتمام وقت است بنابراین‌آب را به مزارع دیگر میبرد .

در ساعت های آبی اصلاحات زیادی بعمل آمده است . اندازه‌گیری‌زمان‌به‌کمك ساعت‌های‌آبی، ازروی سرعت جریان آب‌موجود دریك منبع درجه‌بندی شده، انجام میگیرد.(شکل۸)

گاهی مدت مباحثات دادگاههای‌عمومی را ازروی‌ساعت آبی اندازه‌گرفته وازروی‌آن وقت‌را میشناختند.

ازاین‌ساعت درقشون برای‌پاسداری واندازه‌گیری زمـان آن استفاده‌میکردند.

ساعت آبـی با اینکه مفید است ؛ باز نتوانست مـدت

1– Clepsydre 2- Oukil–el–ma



شکل ۸ـ ساعت آبی

درازی به‌عنوان تنها وسیله تعیین‌کنندهٔ زمان مورد استفاده قرار گیرد .

بر اثر مرور زمان متوجه‌شدند که اگر منبع آب بزرك باشد و سوراخ تقریباً در ته ظرف تعبیه‌شود در ابتدا که ظرف پر است آب باسرعت و فشار بیشتر خارج میشود و بمحض کم‌شدن آب از سرعت حرکت قطرات آن نیز کاسته میگردد ، برای جبران این عیب سوراخهای متعددی تعبیه کردند ، ابتدا سوراخ بالائی را باز کرده وسپس از سوراخ دوم و سوم و ... استفاده میشد . به‌این وسیله

تقریباً فشار را ثابت نگهداشته و در نتیجه سرعت آب نیز ثابت میماند.

عده‌ای از سازندگان ساعت، میخواستند ساعتی بسازند که نه‌تنها زمان طولانی را اندازه‌بگیرد؛ بلکه‌بتواند لحظات کوتاه‌زمان را نیز برحسب‌قوانین نجومی‌تعیین کنند.

برای حصول این منظور ساعت‌هائی با ساختمان بسیار پیچیده درست کردند.

شرح ساختمان تعدادی از این ساعت‌ها در تاریخ آمده است.

ساعت‌آبی که پلاتون(۱) ساخت؛ شاگردان رابموقع‌معین برای‌حضور درجلسه درس فرا میخواند.

هارون‌الرشید خلیفه عباسی درابتدای قرن‌نهم ساعت‌آبی به‌شارلمانی(۲) هدیه کرد.

این‌ساعت که ازبرنز وطلادرشهر دمشق‌ساخته‌شده‌بود؛ رأس هرساعت مجسمهٔ متحرکی‌رانشان میداد.

مأمون خلیفه‌عباسی نیز ساعت‌آبی داشت که‌ساعت به‌ساعت پرندگان روی‌شاخه‌های نقره‌ای‌آوازمیخواندند.

درقرن هشتم یکی‌ازعلمای‌نجوم چین‌بنام ای‌ـ گانگ(۳) ساعت آبی‌ساخت‌که سرساعت زنگ‌میزد؛ وحرکات‌خورشید وماه وستارگان و خسوف و تغییر وضع ستارگانرا نشان میداد.

ستاره شناس معروف دانمارکی‌بنام‌تیکوبراه(٤) (۱۶۰۱ ۱۵٤۶) ساعت‌آبی ساخت‌که اوضاع نجومی رانیزنشان‌میداد.

اسحق نیوتن ساعتی‌ساخت‌که قوانین تئوری خودرا روی

1- Platon 2- Charlmagne
3- I – Gangue 4- Tycho—Brahe

آن، مورد مطالعه قرارداد.

در قرنهای هفتم وهشتم کوشش دانشمندان این بود که ساعت را براصول مکانیک بسازند.

سرانجام اصول مکانیکی موجب شد که ساعت‌های آبی و شمعی و غیره متروك وغیرقابل استفاده گردند .

۳

ساعت ماشینی به کمك چرخ و آونك

با پیشرفت علوم وفنون احساس احتیاج به‌ساعت وشناختن وقت بیشتر شده‌اند.

ساعت‌های بزرگ زمان قدیم نظیر ساعت آبی وغیره هرگز نتوانستند جوابگوی احتیاجات علوم وصنایع جدید باشند زیرا در این ساعتها دقایق ولحظات بطور دقیق نشان‌داده نمیشد وگاهی اختلاف زیادمشاهده میگردید.

اساس ساختمان چنین ساعتها نیز طوری بود که رفع عیوب مهم آنها امکان‌پذیر نبود.

برای اینکه ساعت آفتابی دقیق‌تر باشد وبتواند زمانهای کوتاه‌را نشان دهد. لازم میآمد که بسیار بزرگ ساخته‌شود؛ لیکن به‌این ترتیب هم هرگز عیب اساسی آن یعنی کارنکردن در شب رفع نمیگردید وفقط زمان کوتاهی را اندازه میگرفت .

ساعت شنی میتوانست بطور شبانه‌روزی کارکند ؛ و زمان درازرا نیز اندازه بگیرد ولی اختلاف واشتباه آن زیادبود ودقایق هرگز باهم مساوی نمیشدند .

ساعت شمعی نه‌تنها خیلی دقیق نبود؛ بلکه تجدید آن نیز کار

مشکلی به‌نظر میرسید .

ساعت آبی باوجود کمالی که نسبت به‌ساعت‌های ماقبل‌خود داشت؛ زمانرا بطور صریح نشان نمیداد وساختمان مفصلی نیز لازم داشت .

به‌همت مردان بزرگ وصنعتگران نامی؛ در قرن هشتم ساعت ماشینی‌اختراع شدکه به‌کمك‌چرخ ولنگر کارمیکرد .

چرخ؛ به جای شن ، آتش و آب

هرگاه رشته‌ای را دورمحوری به‌پیچیم ووزنه‌ای‌به‌انتهای آن آویزان کنیم؛ مشاهده میشود که‌آن محوردورخود میچرخد این‌چرخش یکنواخت نبوده وبه‌تدریج تندتر میشود.

ساختمان ماشین ساعت‌هم بدینطریق‌است؛ لیکن به‌ترتیبی که‌سرعت چرخش یکنواخت باشد.

ساختمان‌آن براساس قانون‌چرخ‌ها قراردارد.

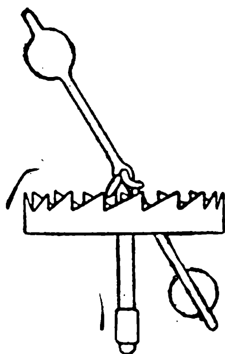
اساس ساعت‌های‌ماشینی بشرح زیراست:

محوری افقی انتخاب میکنند و رشته تقریباً درازی‌که وزنه به‌انتهایش‌آویزان‌است‌به‌دور آن می‌پیچند؛ سنگینی‌وزنه‌رشته را از دور محور بازکرده ودرنتیجه محور میچرخد .

این‌چرخش به‌وسیله‌یك‌سیستم‌چرخهای‌دندانه‌دار به‌عقربه‌ای منتقل میگردد. دستگاه فولیوت(۱)این چرخش‌را آهسته‌ومنظم میکند .

فولیوت چنانکه در(شکل ۹)ملاحظه میشود؛ عبارت از میله‌ای‌است‌که درکنار چرخ دندانه‌دار بطورموازی قرارگرفته

1- Foliot


شکل۹ــ فولیوت

است . دو صفحه چرخ بطور عمود بریکدیگر به‌این میله‌ثابت شده‌اند. وقتیکه چرخ در حال چرخش‌است دندانه‌های دو صفحه درهم فرورفته وباهم حرکت‌میکنند. به‌این ترتیب حرکت محور تحت‌کنترل قرار میگیرد . یعنی دندانه‌ها به‌نوبه خود مانع حرکت چرخ میشوند . این ساختمان موجب‌میگردد که فولیوت دارای حرکات نوسانی باشد . در هرحرکت‌نوسانی‌فقط‌یك‌دندانه‌آزاد میشود .

به‌دو سر دستگاه فولیوت دو وزنه متصل‌شده است؛ که حرکات نوسانی راکندکرده؛ و در ضمن منظم مینمایند ؛ و از حرکات بی‌تناسب آنها جلوگیری میکنند .

ساعت‌های‌چرخدارمعمولاً روی‌مناره کلیساهاودیوانخانه‌ها و قصرهای مجلل نصب میگردید؛ و اغلب بسیار بزرگ ساخته میشد .

به‌عنوان‌مثال: ساعتی به‌وسیله‌تیکوبراه درقرن۱۶ساخته‌شد که قطر چرخ‌دندانه‌دار آن۹۱ سانتیمتر؛ وتعداد دندانه‌هایش ۱۲۰۰ بود .

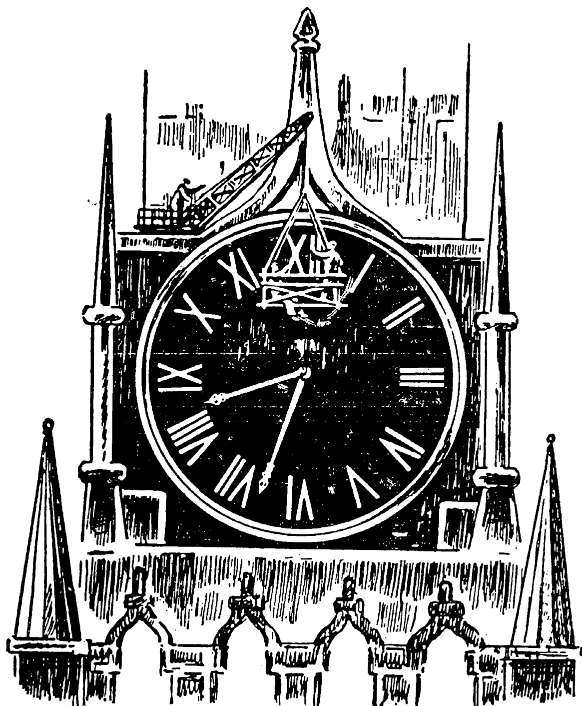
معمولاً ساعت‌های چرخدار به‌وزن تقریبا۱۰۰کیلوگرم بوده‌اند .

هر چه قطعات تشکیل دهنده ساعت چرخدار بزرگتر ساخته شود ؛ حرکات آن جالب‌تر خواهد بود؛ برای باثبات بودن ومستمرکردن حرکات چرخ ، همیشه بایستی دستگاههای

چرخش آن چرب و روغن زده باشد .

تغییرات ایــن نــوع ساعت، از چند دقیقه در شبانه روز تجاوز نمیکند .

یکی از بهترین نمونه‌های، ساعت‌های چرخدار ، ساعت کاخ کرملین (۱) است . (شکل ۱۰)



شکل ۱۰ـ ساعت معروف کرمیلن

1- Kremlin

ساختمان این ساعت؛ چند طبقه از مناره اسپاس‌کایا (۱) را اشغال کرده است .

ایــن ساعت به طریقی ساخته شده است کــه هر عدد آن به‌تناسب بزرگی وکوچکی؛ انسان بزرگ یاکوچك اندامی‌را نشان میدهد .

در تاریخ ، زمان ساختن این ساعت سال ۱۴۰۴ نوشته شده است .

ساعت‌کاخ کرملین تاکنون چندین بار تعمیر وترمیم شده است .

در سال ۱۷۰۹ به‌دستور پیراول(۲) این‌ساعت به‌وسیله بزرگترین‌ساعتسازهای‌عصر مجدداً برپاشد. تزار نیکلای‌اول(۳) آنرا تغییرداد ؛ به‌طوریکه در ساعت‌های ۳و۶ و۹ و۱۲ سرود ملی را اجرا میکرد وآهنگ هنگ‌گارد پرئوبرژانسکی(۴) را مینواخت .

این ساعت غیر عادی عقربه هــای بزرگ و محورهای عظیمی داردکه هرسرآنها به‌وزنه‌هائی بیش از ۱۰۰ کیلوگرمی متصل است .

مثلاً یکی ازمحورها، عقربه را حرکت میداد؛ دیگری زنگها را به‌صدا در میآورد ؛ سومی سنتور میزد ؛ چهارمی در ربع ساعت ها آهنگ اجرا میکرد و پنجمی هوا وارد ساعت می‌نمود .

صفحهٔ ساعت درطبقه هفتم برج ؛ دستگاه حرکت دهندهٔ آن درطبقهٔ هشتم و۳۵ زنگی‌که آهنگ‌ها را اجرا میکنند در طبقه نهم برج قرار دارند .

---

1 – Spasskaïa 2- Pierre 1-er
3- Nicola 1-er 4- Préobrajenski

در انقلاب اکتبر ساعت کرملین به‌دستور لنین تغییر کرد .

یعنی پس‌ازآن در عوض سرودهائی‌که مینواخت ؛ سرود بین‌المللی مینوازد .

آونگ

قلب ساعت‌های جدید

گر چه امتیاز ساعت های چرخدار به‌ساعت‌هائی که قبل ازآن وجود داشتند ؛ از قبیل‌ساعت شمعی وآبی وغیره فراوان است و زمان را به مراتب دقیق تر از آنها اندازه میگیرد ؛ لیکن باز نمیتواند به انتظارات علوم وفنون جدید پاسخ‌گوید.

اکثرعلوم، به‌خصوص علم‌نجوم ارتباط‌کامل‌با زمان داشته و احتیاج بدقت فراوان دارد .

آونگ نجومی بخوبی ازعهده پاسخ به‌این معما برآمده واندازه‌گیری زمان را بسیار دقیق انجام میدهد .

حکایت میکنندکه‌گالیله درسن ۲۰ سالگی همواره دراین اندیشه بودکه چگونه میتوان حرکات آونگ را بدون اینکه دوره‌های نوسان‌آن بوزن‌بستگی داشته باشد تنظیم‌کرد. دریکی ازاعیاد(عید قربانی) وقتی‌به‌کلیسارفت؛ چشمش به‌دوچهلچراغ برنزی افتادکه به‌وسیله زنجیرهائی بیك اندازه ازسقف‌آویزان بودند ؛ با اینکه اندازه و وزن این دو چهلچراغ کاملاً باهم متفاوت بود ؛ بر اثر وزش باد هر دو دارای حرکات نوسانی یکنواختی بودند .

1- Galilée

این نکته گالیله را به‌این‌فکرداشت‌که میتوان ازحرکات نوسانی‌آونگ جهت تتظیم حرکت استفاده‌کرد. (شکل۱۱)



شکل۱۱- آونگ گالیله

بزودی کریستن‌هوئی‌ژان(۱) بدون‌اطلاع ازتئوری گالیله؛ استفاده از آونگ را جهت تنظیم حساب وساعت بکاربرد .

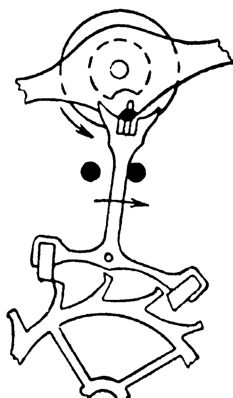
اساس‌کار این ساعت بشرح زیراست :

وزنه‌ای به‌کمك رشته‌ای‌که به‌دور قرقره‌ای پیچیده شده با پیچ و دنده‌های متعدد حرکات چرخش را یکنواخت میکند.

1- Christian Huygens

ساعت‌های آونگدار چگونه تنظیم شده است؟

چرخ های دقیقه شمار وثانیه شمار به‌وساطت عده‌ای از چرخ‌های دندانه‌دار به‌محورمربوط میشوند.



شکل۱۲ - چرخدنگ با لنگرساعت

چرخ ثانیه شمار به‌وسیله دو متوقف کنندهٔ لنگر محصورشده‌است. (شکل ۱۲)

هنگام نوسان آونگ وحرکت چرخهای ثانیه شمار؛ متوقف کنندهٔ های لنگر بطور متناوب؛ حرکت چرخ ثانیه شمار را متوقف وآزاد کرده وبدینوسیله‌سرعت‌حرکت آنرا تنظیم مینمایند.

لنگرازطرف دیگربه‌آونگ متصل است و موجب حرکت آن میشود.

اساس ساعت‌های آونگدار حرکات نوسانی‌آنها است.

با اختراع ساعت‌آونگدار تقریباً همه ساعت‌هائیکه قبلاً مورد استفاده بودند متروك شدند.

این‌ساعت‌موجب تفکیك مسائل مختلف علوم شد. به‌عنوان مثال میتوان گفت که به‌کمك این‌ساعت اجرام سماوی‌و حرکات آنها بطور دقیق مورد مطالعه قرارگرفت.

زمان‌نجومی‌را بادولحظه اوج خورشیدویا یك‌ستاره‌دیگر

مشخص کردند؛ زیرا به‌وسیله این‌ساعت‌اختلافهای بسیار جزئی‌را نیز میتوان محاسبه‌کرد و وضع دوستاره را نسبت‌بهم‌سنجید .

مثلاً میتوان حساب‌کرد که چه‌مدت طول میکشد تاظهور آنها درسمت مشرق تجدید شود .

باحساب‌کردن طول‌مدت روز؛ حتی میتوان‌مدت‌حرکت دورانی خورشیدرا نسبت به‌ستارگان دیگرسنجید .

این‌اولین قدم علم نجوم‌ودریانوردی است‌که به‌اندازه ـ گیری زمان وابستگی مستقیم دارد .

طی‌قرون اخیر درساختمان‌ساعت‌های آونگدار تغییرات زیادی بعمل‌آمده‌که هنوزهم ادامه دارد .

درقرن۱۵ فنررا نیروی‌محرکه این‌ساعت قرار دادند .

اساس ساختمان این ساعت موجب شدکه وزن آن تقلیل یافته ؛ واز ۱۰۰ کیلوگرم به‌چندکیلوگرم برسد .

اولین ساعت عقربه دارفقط دارای عقربه ساعت شمار بود

در سال ۱۵۵۰ ساعت هائی‌که دارای عقربهٔ ساعتشمار ودقیقه شمار بودند ؛ ساخته شد.

در سال ۱۷۶۰ ؛ ساعت دارای عقربه ثانیه شمارگردید .

ساعت دیواری آونگدار متعلق بقرن۱۷ است .

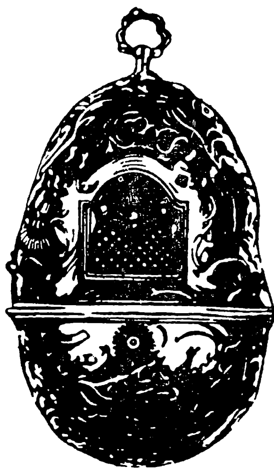
اولین ساعت‌آونگدار درروسیه ساخته شد؛ که اختراع آن؛ به‌دومخترع بنام‌های‌کولی‌بین(۱) ولوسکو(۲) نسبت‌داده میشود .

ایوان‌کولی‌بین درسال ۱۷۳۵ درنی‌جنی‌نوگارود (۳) متولد شده است .

1- Coulibine 2- Voloskov

3- Nijni - Novgarod

وی مخترع ؛ پل‌هائی که یك طاق‌دارند ؛ کشتی‌هائی که که به‌کمك جراثقال حرکت میکنند؛ تلگراف نوری ودوچرخه است .



شکل (۱۳) ساعت کولیبین
Koulibine

نوعی‌ساعت‌مطابق‌شکل (۱۳) نیز از اختراعات او است .

این دانشمند مدت ۵ سال روی اختراع و تکمیل این ساعت زحمت کشیدو آنرا به‌عنوان‌پیشکش به‌کاترین‌دوم تقدیم کرد.

دراین‌ساعت بانزدیك شدن سر هرساعت ؛ درهائی باز میشد ؛ و سالنی نمودار میگردید که در قسمت مقابل آن قبرستانی قرار داشت ؛ رو بـروی قبـرستان ؛ قبر حضرت مسیح دیده میشد که بایك درکوچك بسته مشخص شده بود. درمقـابل این‌درکوچك سنگی به‌نظرمیرسید.

دوسرباز مسلح نیزه دار در دو طرف قبرستان ایستاده بودند ؛ پس ازنیم دقیقه از دهانه درها فرشته‌ای ظاهر میشد ؛ دراین‌وقت سنگ جلودر میچرخید در قبرباز میشدوسربازهای مراقب‌به‌زانودرمیآمدند.

نیم دقیقه بعد ؛ دو زن مقدس به‌فرشته نزدیك میشدند؛ سپس‌یك آهنگ‌مذهبی‌دستجمعی‌به‌گوش‌میرسیدودرها بسته‌میشدند.

این‌نمایش قبل‌ازهرساعت تکرار میشد .

آهنگی‌که ساعت در ۸صبح و۳ بعدازظهر مینواخت؛ از یکنوع بود ولی از ساعت٤ بعدازظهر تغییرمیکرد .

بزرگی‌این‌ساعت ازاندازه تخم یك غاز تجاوز نمیکرد . سرساعت وربع‌ساعت زنگ به‌صدا در میآمد .

وضع ظاهرساعت کاملاً شبیه ساعت‌های جیبی بود.

ترنتی ولوسکو(۱) (۱۷۲۹ ـ ۱۸۰۱) درزمینه نور ، نجوم ومکانیك اختراعات بسیاری دارد . وی پس‌ازچندین سال کار مداوم توانست ساعتی‌بسازدکه دقیقه وساعت و ماه را نشان دهد ؛ ودر این تغییرزمان وضع خورشیدرا نیزنمودار کند.

ماه وستارگان هم دراین‌ساعت دیده میشدند ؛ ساختمان آن بسیار پیچیده بود بطوریکه باتغییر روزها شکل‌ماه از نظر هلال‌وبدرتغییرمیکرد. این‌کارازنظرمکانیك‌بسیار پرارزش‌است.

کار این‌ساعت باقوه فنر انجام میشد .

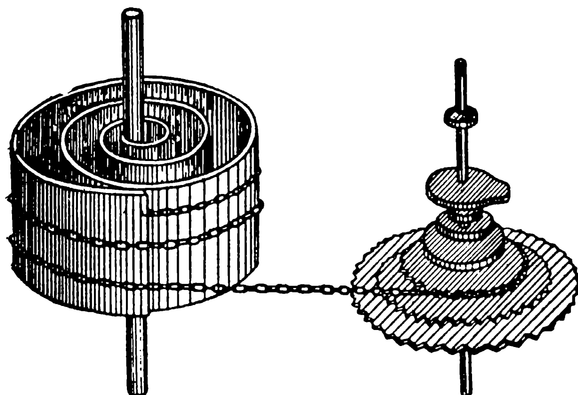
بااین‌حساب‌که وقتی فنربازمیشد نیرویش‌کمتر میگردید وممکن‌بود نظم‌کار مختل گردد؛ لذا به‌وسیله محوری‌یك دستگاه چرخ و دنده ویك رشته زنجیر؛ به فنر ساعت افزود ؛ تا فنر نگهداشته شود .

چرخ ودستگاه محور بشکل مخروط ناقصی‌است‌که‌دارای یك شکاف میباشد . (شکل١٤)

وقتیکه فنربازمیشود ؛ زنجیرکوچکی‌که به‌این فنرمتصل است : دور آن می‌پیچد ؛ باز شدن بیش از حد فنر را مانـع میشود .

بااین روش فنرباز شده ؛ جای‌کمی را اشغال میکند ؛

1- Térenti - Voloskov



(شکل ۱٤) محور چرخ، و فنر و زنجیر متعادل کنندهٔ فشار فنر

اگر تمام فنر یکمرتبه باز شود نیروی کشش آن کـم میگردد؛ امـا رشته دور فنر نیروی آنرا یکنواخت نگهمیدارد.

دستگاه چرخ ومحوردرساعت های دریائی مورد استفاده قرار میگیرد .

این نوع ساعت ها اولاً خیلی سنگین هستند . ثانیاً برای گذاشتن درجیب جا گیر میباشند .

امروزه بیشتر ازفنرهای بلندی استفاده میشود که خاصیت ارتجاعی آنها تقریبا ثابت است .

تغییرات نـاچیز طول آونگ ؛ در حرکت ساعت بسیار مؤثر است .

طول فلزات براثر تغییر درجه حرارت کوتاه وبلند میشود مثلاً ٫یك میلهٔ فولادی بطول یك متربا یك درجه افزایش حرارت ۰/۰۱۲ میلیمتر ویك میله یك متری مس ۰/۰۱٦ میلیمتر ویك میله یك متری روی ۰/۰۲۸ افزایش طول پیدا میکند .

اگر طول آونگ درشرائط صفردرجه حرارت تنظیم‌شده باشد ؛ درحرارت ۲۰ درجه سانتیگراد ۱۰/٤ ثانیه در روز تأخیر پیدا میکند.

برای کم شدن اشتباه دریك ساعت ؛ درساختمان آن باید اصولی رعایت شود که جبران حرارتی آونگ راکرده و تغییر درجهٔ حرارت‌موجب تغییر دراندازه گیری زمان نشود .

برای‌اطمینان ازجبران حرارتی ؛ هاریزون(۱) آونگی ساخت که ازیك جفت تیغه روی ویك تیغه‌فولاد تشکیل شده‌بود . این‌سه تیغه به‌طریقی‌بهم‌جفت شده بودند که‌به‌طور متقابل کم‌وزیاد یکدیگررا جبران میکردند.

در قبال این طرح هاریزون آونگی ساخته شد ؛ که حد اکثراختلاف‌آن‌درشبانه روز ازچند صدم ثانیه تجاوز نمیکرد .

این‌اختراع حائزکمال اهمیت بود.

اختراع لنگرهای ساعت در واقع قدمی درتکمیل‌ساعت‌ـ های فنرداراست .

آونگ ساعت‌جسم کوچك وسبکی است که درکمان‌تعادل نوسان میکند .

ساعت فنردار به‌وسیله آونگ‌کار میکند . فنرقوهٔ‌حرکت آونگ است .

اخیراً فنرساعت راکوك میکنند ؛ عمل‌کوك‌کردن؛ فنر را دورمحوری می‌پیچد: فنربرای‌بازشدن بدنده‌ای وصل‌میگردد که باید آنرا باخود بچرخاند .

فنردرحین چرخیدن‌محور کم کم بازمیشود. علت‌بازشدن تدریجی‌آن اینست که‌به‌چرخ دندانه‌داری وصل‌است‌وباید دستگاه متصل‌به این‌چرخ دندانه‌دار را به‌حرکت درآورد.

1- Harrison

فنر وقتی که دستگاه را می‌پیچاند شل‌میشود.

دنده‌هائی که به‌محور فنر وصل است؛ گردانندهٔ دنده‌های واسطه، دنده‌های‌محور ثانیه شمار، وسایر محورهای ساعت‌ازقبیل دقیقه‌شمار، ساعت شمار وغیره‌است.

ازجمله دنده‌هائیکه میچرخد،دنده مربوط به لنگرساعت است ؛که موجب حرکت نوسانی آونگ میشود.

فنر مارپیچ لنگــر مرتب باز وبسته میشود؛ لیکن لنگر ساعت به‌طریقی ساخته شده است‌که فقط حرکت نوسانی دارد. یعنی ساختمان مخصوص آن موجب میگرددکه حرکت دورانی تبدیل‌به‌حرکت‌نوسانی شود.

زمان‌این حرکات نوسانی تقریباً ثابت است.

اندازه گیری زمان با ساعت های آونگدار‌در حقیقت شمردن‌تعداد دفعاتی است‌که‌آونك حرکت‌نوسانی دارد. به‌وسیله دنده‌های مخصوص این حرکت مجدداً به‌حرکت دورانی تبدیل شده و سوزن عقربه را روی صفحه بحرکت میاورد.

به‌ایــن وسیله زمان را از روی تقسیمبندی صفحه ساعت شناخته و میخوانند.

کار مهم در این نوع ساعت‌ها با آونك است.

در مدت ۲۴ ساعت‌که فنر بزرك؛ ۳/۵ دور محوربزرك را میگرداند، آونك ۴۳۲۰۰۰/ مرتبه حرکت نوسانی میکند. و فنر مارپیچ آن ۲۱۶۰۰۰/ بار باز وبسته میگردد.

این ساعت وقتی دقیق است‌که حرکت آونك آن هرگز تند وکند نشده ودرجهٔ حرارت محیط درآن تغییر ندهد.

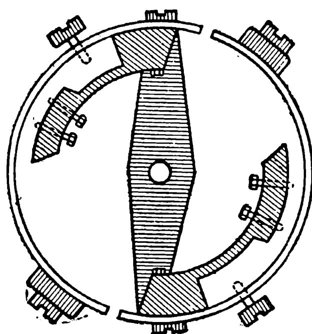
به وسیله لنگر فنردار نمیتوان عــرض نــوسان را ثابت نگاهداشت، زیراباز وبسته شدن فنرهمیشه یکنواخت نیست.

مرکز ثقل آونك مــرتب از محورش دور میشود دامنه

نوسان در ابتدا بزرک وبتدریج کوچك میگردد .

ساعت های فنردار هرگاه به‌وسیله فنرهای قوی‌تر ساخته شوند تندکار کرده، و در صورتی‌که فنرشان ضعیف باشدکارشان کندتر میشود.

این عیب بوسیله آونك برگه (۱) مرتفع میگردد. مطابق (شکل۱۵) فنر خارجی ایـن آونك بطرف بالا خم شده و بوسط متصل‌است . دراین فنر قسمت خارجی کوچکتر از سایـر قسمت‌هاست. چنین‌فنری بطور یکنواخت بازمیشود .



شکل ۱۵ـ فنر برگه
(Breguet)

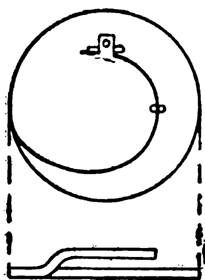
وقتی آونك‌کار میکند هرگزمرکزثقل‌آن ازمحور دورنمیشود؛ ودرنتیجه تعادل دردامنه حرکت‌ثابت میماند. دوره نوسان ساعت فنر دار برگه بدامنه نوسان بستگی ندارد؛ باین معنی‌که نوسان هـا متساوی‌المدت هستند. کارچنین ساعتی بقوت و قدرت فنر هم بستگی ندارد.

برای اطمینان از جبران حرارتی آونك ؛ تاج هلالـی شکل آنرا ازلحیم‌کردن دو فلز مختلف ساخته‌اند .

(مطابق شکل۱۶)

معمولاً تیغه خارجی از آلیاژ مس و روی بـوده و تیغه داخلی ازفولاد است .

1– Breguet


شکل ١٦ ــ لنگر با جبران حرارت

وقتی که درجهٔ حرارت محیط بالا رود معمولاً طول فنر از دیاد میبابد. و از خاصیت ارتجاعی آن کاسته میشود .

این دوعامل سبب میشوند که نوسان آونك كند گردد .

دراین وقت، تیغه‌های دوفلزی آونك را بطرف داخل میکشانند ، زیرا ضریب انبساط آنها بسیار کم است . در نتیجه لحظه‌بی حرکتی بوجود میآید؛ که آن‌نیز بوسیله افزایش نوسان جبران میشود.

چنین سیستمی با وجود تغییر درجه حرارت محیط؛ دارای نوسان‌های مساوی خواهد بود.

درسال ١٩٠٤ بعوض سیستم جبران کننده حرارتی آونك را ازجنس فلزی که ضریب انبساط آن فوق‌العاده کم باشد انتخاب میکردند .

ساعت های دریائی به‌مراتب از ساعت هـای فنر دار دقیق‌ترند .

برای جبران سستی فنر ازچرخ ودنده وآونك مخصوصی استفاده میکنند؛ که جبران کننده‌تغییرات حرارتی است .

ساعت دریائی در صندوقچه‌ای بطور افقی قرارگرفته و نسبت‌بکشتی تقریباً مایل است .

در اثر این توجه ساعت های دریائی جدید زمان را؛ تا چند صدم ثانیه تقریب، بطور دقیق نشان میدهند.

٤

چرا ملوانان به‌ساعت دقیق احتیاج دارند؟

کشتی بزرك تجارتی بکمك موتور قوی با صد ها مسافر بسرعت از اقیانوس ها میگذارد.

سرنشینان کشتی نه قدرت دیدن ساحـل را دارند و نـه بزودی با کشتی‌های دیگر برخورد میکنند؛ لیکن حرکت کشتی همواره با اطمینان کامل درجهت معینی ادامه دارد.

چگونه ملوانان راه خود را بطوردقیق می‌شناسند؟

شناختن زمان دراین کارچه نقشی دارد؟

آیا انسان توانسته است درنتیجه مسافرت‌های قهرمانی و مشکل شناسائی لازم رابدست آورد؟ برای درك این مطالب باید چند قرن به‌عقب برگردیم.

کشتی جهانگرد وکشف تازه

دربیستم سپتامبر۱۵۱۹دریکی ازاعیاد مذهبی مسیحیان؛ ضمن جشن با شکوهی؛ درمیان هلهله وشادی مردم؛ دسته‌ای از ملوانان با شلیك چند توپ ساحل سویل (۱)را ترك کردند.

1– Seville

این گروه از ۵ نفر ملوان جسور وشجاع که هریك سرـ پرستی‌یك کشتی‌وکارکنان‌آن‌را بعهده‌داشتند‌تشکیل میشد.

فرناند ماژلان (۱) فرمانده ملوانان بود.

هدف این مسافرت کشف راه شرقی‌بطرف مجمع‌الجزایر مولوك (۲) یا سرزمین مشرق‌بود .

زیــرا تا آنوقت راهی‌که به‌مشرق‌منتهی میشد؛ عبور از قاره افریقا وگذشتن از اوقیانوس هند بود؛ و این راه در آن زمان‌به‌وسیله‌پرتقالیها اشغال‌شده؛ و مواضع نظامی‌آنهادرآن مسیر مستقر گردیده‌بودباین جهت‌اسپانیائی‌ها به جستجوی راه تازه‌ای به مشرقزمین پرداختند.

ماژلان قصدداشت علاوه بریافتن راه جدید به مشرقزمین امریکا را دور زده، از اوقیانوس کبیر گذشته و دوباره به نقطه ابتدای حــرکت خود بازگردد و باین تـرتیب یك‌بار دنیا را دور بزند.

اولین قطعه خشکی‌که بآن برخوردند جنوبی‌ترین نقطه امریکا بود؛ سپس به تنگه‌ای رسیدندکه اوقیانوس‌کبیر را بــه اوقیانوس اطلس متصل میکرد .

ماژلان طبق نقشه‌ای‌که‌دردست داشت به‌زودی دریافت‌که مسیر حرکتش غلط است .

لذا با دقت وارد تنگه شد و در آن‌به‌جستجو پرداخت ، دسته‌ای ازملوانان از اعمال و رفتار ماژلان ناراضی‌شده؛ دست به‌شورش زدند؛ لیکن توسط‌همراهان ماژلان مغلوب گردیدند.

جستجوی تنگه در یك خلیج خالی ازسکنه در تمام‌مدت زمستان همچنان ادامه داشت .

پس ازمدتی یکی‌ازکشتی‌ها درهم شکست وکشتی دیگری

1- Fernand de Magellan 2- Moluque

نیز بعلت فرسودگی قدرت حمل نداشت لذا آنرا نیز رها کردند، سرانجام راه تنگه کشف شد .

ماژلان مسافرت خودرا با سه کشتی باقیمانده دراوقیانوس آرام شروع کرد.

این مسافرت ۱۰۰ روز بطول انجامید؛ درنتیجه آذوقه کشتی‌ها تمام شد؛ به‌طوریکه خدمه کشی مجبور شدند از چرم اطراف طناب های کشتی‌های تغذیه کنند .

فساد غذاهای مانده تولید بیماری کرد. سرانجام بعد از رنج فراوان خشکی را دیدند.

در حقیقت خشکی به‌آخرین رمق بازماندگان قهرمان درود میفرستاد .

با اینکه‌یکی‌ازغلامانی که‌همراه‌کاروان بود نژادشرقی‌داشت وزبان هندی میدانست باز چند روزی درساحل متوقف ماندند تا به‌خاك مشرق زمین قدیم گذاشته در این فاصله‌نبردی‌که بین خدم کشتی‌در گرفت‌ماژلان کشته شدو گروه جهانگردان‌ازداشتن سرپرستی آهنیناراده محروم شدند.

بزودی نظم کشتی ها بهم خورد؛ و با اینکه خدم کشتی دیگر دست از اختلاف کشیده‌بودند؛ ملوانان نسبت بآنها شدت عمل نشان میدادند.

در یك مجلس جشن عده‌ای از ملوانان در مخفی‌گاه مخصوصی‌که بوسیله‌کارکنان کشتی‌ترتیب داده شده بود ؛ معدوم شدند. و افراد باقیمانده آنها برای اداره و رهبری سه‌کشتی دیگر کافی نبودند ؛ لذا یکی ازکشتی ها را آتش زده و به‌این ترتیب‌فقط دو کشتی ازکاروان به‌ساحل‌رسیدند‌در بر گشت به‌ساحل کشتی‌ها مملو ازجوز ، فلفل ودارچین بود. اما یکی‌ازکشتی‌ها سوراخ‌شده وآب وارد انبار آن گردید . ملوانان مجبورشدند

آنرا نیز باقی گذاشته و به آخرین کشتی باقی‌مانده پناه برند .

این کشتی که از کشتی‌های دیگر کوچکتر بود؛ راه‌درازی راکه درپیش‌داشت آغاز کرد .

این‌مسافرت‌درواقع انقلابی عظیم بود؛ زیرا برای‌بشریت زندگی جدیدی را نوید میداد .

این کشتی کوچك ازچنگ پرتقالی‌ها نجات پیدا کرده و به‌ساحل‌سویل (۱) رسید .

کشتی پس از سه سال به نقطه‌ای رسیدکه از آن حرکت کرده‌بود؛ درحالیکه جهت حرکت‌آن دائما بطرف مغرب‌بود.

به‌این‌ترتیب‌تردید درکروی بودن زمین‌ازمیان رفت.

این کشتی بادبانی کوچك حقیقت دیگری را هم به ثبوت رسانید .

پیگافتا (۲) که یکی‌ازهمراهان ماژلان بود؛ راه‌طی‌شده ومشاهدات خودرادردفتری یاداشت‌کرده‌بود.

پیکافتا مشاهده‌کردکه اینمدت دراسپانیا یك‌روززیادتراز مدتی‌بودکه آنها درکشتی گذرانده‌اند .

روزمراجعت آنها برای افرادکشتی چهارشنبه وبرای مردم اسپانیا پنجشنبه بود.

درنتیجه این‌اختلاف پیشوایان‌مذهبی اسپانیا دچاروحشت گردیدند ؛ وبدون اینکه علت آنرا بدانند آنروز را عید وروز روزه قرار داده ؛ وباقی‌مانده اعضاءکاروان را مجرم‌وگناهکار اعلام‌کردند ؛ وآنها را وا داشتندکه در آنروز صدقه فراوان بدهند وباپای برهنه درحالیکه شمع روشنی به‌دست دارند بطرف کلیسا براه افتند .

1- Seville 2- Pigafetta

اما باهمهٔ این‌استغفارها بازدلیلی برای گردش زمین آورده بودند .

یکی از دلایل گردش زمین و مدور بودن آن اینست که افراد تحت فرماندهی ماژلان از یك نقطه حرکت کردند و درحالیکه جهت حرکت آنها ثابت بودمجدداً به‌همان‌نقطه رسیدند.

این‌اولین مسافرت به‌دوردنیا بود .

چگونه یك‌روز اختلاف را میتوان پیدا کرد

ژول ورن(۱) شرط کرده بودکه میتواند درمدت۸۰روز (برابر ۸۰ روز ساحل) یکدور به دور دنیا بگردد .

اومیگفت درکشتی، در واگن های راه آهن ، درمیان کوهستانها ؛ بیابانها و جنگل ها اگر همواره بدون لحظه‌ای توقف به‌طرف مشرق‌حرکت کند ؛ پس‌ازگذشتن ازهزاران‌مانع ۸۰روز دیگر بزادگاهش بازخواهدگشت .

مسافرت‌ژول‌ورن چندساعت بیش‌از۸۰ روزبطول‌انجامید درنتیجه شرط‌را باخته وکوشش‌هایش ازنظرشرطی که بسته بود بی‌نتیجه ماند .

وسیلهٔ حمل ونقلی که او را همراهی میکرد در نهایت وفاداری‌انجام‌وظیفه کرده وهیچ روزی غافل نمانده بود.

تأخیر ژول ورن این بودکه خاتمهٔ مسافرت او در امروز؛ دیروز ساحلی بودکه اوآنرا ترك کرده ودوباره به‌آن میرسید .

1- Jules Verne

اگر سرعت پیشروی مسافر زیاد باشد شاید بتواند در آخرین لحظه موعود به‌مقصد برسد .

چگونه مسافر این یك روز اختلاف را بدست آورده ؛ در حالیکه همیشه به‌طرف مشرق حرکت نموده است.

او در این مسافرت ۸۰ بار طلوع خورشید را دیــده ؛ اما ساکنین وطنش بیشتر از ۸۰ مرتبه طلوع خورشید را مشاهده کرده‌اند.

یکی از نویسندگان حکایت میکند ؛ که شبی دو فرمانده کشتی که هریك سفری به‌دور دنیا درپیش داشتند ؛ خــواستند به‌دیدن دوست مشترکی بروند .

یکی از فرماندهان کشتی همواره در جهت مغرب پیش میرفت وحال آنکه جهت حرکت دیگری مشرق بود.

هردو دریك روز معین حرکت کردند و باید دریك روز مجدداً بهم میرسند .

پس از رسیدن این دو فرمانده به‌یکدیگر ؛ آنکه بطرف مغرب حرکت کرده بود اقرار کرد که فردا یکشنبه ؛ و دیگری میگفت که دیروز یکشنبه بوده است ؛ عقیده میزبان آنها این بود کــه همین امروز یکشنبه است .

گفتهٔ کدامیك ازاین سه نفر صحیح بود؟

گزارش دو فرمانده براساس اشتباه تنظیم نشده ومیزبان آنها به‌دلیلی که توضیح خواهیم داد نیز دچار اشتباهی نشده است .

سال از کجا شروع میشود

در پایان قرن اول میلادی مارن دوتیر (۱) جغرافیدان رومی برای آنکه جهتیابی روی نقشه جغرافیا آسان باشد ، خطوطی

1– Marin de Tyre

تصور کرد که همهٔ آنها ازقطبین میگذرند و آنهارا نصف النهار نامید وخطوط دیگری راکه به‌موزات یکدیگر وعمود برنصف‌ـ النهارات باشد درنظر گرفت‌وآنهارا مدارات نامید.

بزرگترین مدارات زمین که خط استواست صفـر درجه و شامـل ۹۰ دایـره در قسمت شمـال و ۹۰ دایـره در قسمت جنوب است که عرض شمالی و جنوبی را بـه حسب درجه نشان میدهند .

مبنای طول جغرافیائی نصف‌النهاری است کـه از ناحیهٔ گرینویچ (۱) نزدیك لندن میگذرد .

این تصمیم درکنگره سال ۱۷٤٤ اتخاذ شده است .

۱۸۰ نصف‌النهار واقع در سمت مشرق گرینویچ و ۱۸۰ نصف‌النهار واقع در مغرب‌آن؛ طول جغرافیائی نامیده میشوند که برحسب درجه تنظیم گردیده‌اند

طول یك قوس یك درجه‌ای $\frac{۱}{۳۶۰}$ محیط دایره است .

هر درجه به ٦۰ قسمت تقسیم میشود وهرقسمت یك دقیقه نامیده میشود و یك ثانیه $\frac{۱}{٦۰}$ دقیقه است .

طول جغرافیائی (تعداد درجات‌نصف‌النهار یك منطقه از نصف‌النهار مبدأ) و عرض جغرافیائی (فاصله مدار منطقه مورد نظر از خط استوا) یك منطقه؛ محل آنرا روی‌کره زمین معلوم میدارد .

مثلاً مسکودر ´٤٥ر°۵۵ عرض شمالی و در´۳۷/°۳۷ مشرق‌مبدأ قرار دارد.

هر نقطه‌کره زمین؛ در۲٤ ساعت یك دورکامل میگردد ؛ پس در هرساعت زمین °۱۵ گردش میکند.

1- Greenwich

ظهر گرینویچ (ساعت ۱۲) درمسکو یعنی نقطه‌ای که ۱۵° درسمت مشرق آن قرار دارد ساعت۱۳ یعنی یك ساعت از ظهر گذشته است .

همان وقت در نقطه‌ای که ۱۵° درسمت مغرب مسکوقرار دارد یکساعت به‌ظهر مانده یعنی‌ساعت۱۱ است .

اگر کسی درمسکوساعت خودرا (به‌وسیله‌رادیو) باساعت لنینگراد میزان کند؛ در مسکو وقتی ظهر است که ساعت او ۱۲٫۳۵′ را نشان دهد .

یعنی ساعت های مسکو و لنینگراد ۳۵ دقیقه‌با یکدیگر اختلاف دارند .

طبق قاعده‌ای که بیان شد میتوان فهمید که لنینگراد در ۸°/۴۵′ مغرب مسکو قراردارد .

پس اگر به‌دور دنیا مسافرت کنیم باید مرتب ساعت خود را با ساعت‌های محلی میزان نمائیم.

به‌این جهت کره زمین را به ۲۴ خط‌نصف‌النهاری مهم که فاصله هریك ازآنها ۱۵° است تقسیم میکنند.

در سراسر فاصله دو خط همیشه ساعت یکسان است .

اگر از بین دوخط وارد دوخط دیگر شویم باید عقربه ساعت را یکساعت به‌جلو یا به‌عقب برگردانیم .

(برحسب‌اینکه به‌سمت‌مشرق یا مغرب رفته باشیم) در راه آهن های بزرك کشورهای وسیع نظیر امریکا وشوروی وقتی از منطقه‌ای به‌منطقهٔ دیگرمیروند؛ در داخل‌قطاراین اختلاف را در نظر میگیرند، لیکن درایستگاه این قطارها فقط یك نوع ساعت قرار دارد که‌آن را برحسب ساعت پایتخت میزان کرده‌اند.

داخل قطار ؛ در هر واگن که متعلق به منطقه مخصوصی است ساعت‌آن منطقه را نیز قرارداده‌اند.

در ممالك وسیع اگر به‌تاریخ تلگراف هائی که مخابـره میشود دقت کنیم این اختلاف زمان را درآنها خواهیم دید.

مثلاً در یك نامه تلگرافی که از ولادیوستك (۱) به‌مسکو مخابره گردیده، نوشته شده است :

صبح روز اول ژوئن، اما این تلگراف بعد ازظهر روز ۳۱ مه به مسکو رسیده است ، یعنی تلگراف یـك روز قبل از مخابره دریافت گردیده است .

حقیقت امر آنست که در شهر ولادیوستك ساعت ٤ صبح روز اول ژوئن (به‌وقت محلی) برابر۶ بعد ازظهر ۳۱ ماه مه (به‌وقت محلی) در مسکو است.

در تمام کشورها ساعت‌برای طول جغرافیائی معینی به‌کار میرود .

ساعت ورشوکـه وقت اروپای مرکزی را اعلام میکند، یك‌ساعت از ساعت مسکو عقب است .

به‌عکس در ناحیه تبیلیسی(۲) ساعت؛ یکساعت از وقـت مسکو جلوتر میباشد.

در خاور دور روسیه آفتاب ۹ ساعت زودتـر از مسکو طلوع میکند بطوریکه ظهر مسکو معادل ساعت ۹ بعد از شهر پتروپالوسك(۳) است .

چون‌مناطق و شهرها به‌طور دقیق روی‌نصف‌النهار معینی نیستند؛ زمان و ساعات را نمیتوان در آنهابطور دقیق مشخص کرد .

حدودطبیعی مناطقی که دارای‌ساعت یکسان هستند؛ اغلب به‌وسیله رودخانه‌هایا سایر خطوط طبیعی معین میگردند.

1- Vladivostok 2- Tbilissi
3- Pétropalovsk

باوجودآن، اشکالاتی‌درتعیین حدودساعات‌وجود دارد.

در شهر نووسیبریسك (۱) که درکنار رود عظیم‌ابی (۲) بنا شده بین مشرق و مغرب شهر یکساعت اختلاف زمان وجود دارد.

به‌این‌جهت در تاریخ اول مارس۱۹۵۷ در آن شهر خط آهن‌سراسری کشیدند که هم دومنطقه‌ای راکه بایکدیگر اختلاف زمان داشتند از یکدیگر جداکند و هم خط ارتباطی‌و اداری باشد.

سرزمین آلتائی (۳) به تنهائی بسه منطقه تقسیم میشودکه ساعت هرمنطقه با منطقه دیگر متفاوت‌است.

در اتحاد جماهیرشوروی ساعت محلی یا ساعت خورشیدی (مبنای‌زمان، طلوع خورشید از افق محل و غروب آن ازهمان افق است) وجود ندارد؛ **بلکه از ساعت قانونی استفاده میشود** که درشورای۱۶ژوئن ۱۹۳۰ به‌تصویب رسیده است.

بنابر ایــن قانون؛ روی تمام ساعت های محلی؛ ساعتی وجــود داردکه شروع و یا خاتمه کار بر حسب آن ساعت‌معین میشود.

این ساعت را برای رفاه مردم و صرفه جوئی درانرژی معمول کرده‌اند.

گفتیم هر یك از نصف‌النهارات با نصف‌النهار مجاوریك ساعت اختلاف زمان دارد، تنها یك نصف‌النهار وجود داردکه شروع سال است.

این خط فرضی نصف‌النهاری است‌که بین آسیا و امریکا قرارداد کرده‌اند.

1- Novosibrisk 2- Ob
3- Altaï

با این قرار روز ابتداء ازکامچاتکا؛ سپس سیبری ؛ بعد اروپا و بالاخره در امریکا از آلاسکا شروع میشود .

و هر گاه‌کشتی در یك روز از این خط تبدیل از طرف مغرب به‌مشرق‌حرکت‌کند؛ به‌محض عبور ازخط تبدیل‌باید روز را تغییر دهد؛ اگرچه تازه ظهر شده باشد .

یعنی‌باید حساب‌کندکه دوباره‌به‌دیروز بازگشته‌است.

اما اگرجهت حرکت‌ازمشرق به‌مغرب باشد باید حساب کندکه به‌فردارسیده است .

اکنون به درستی میتوانیم به‌سؤالاتی‌که قبلاً طرح‌کرده بودیم پاسخ‌گوئیم .

گروه ماژلان چون ازمشرق به‌مغرب حرکت میکردند و از نصف‌النهار ۱۸۰ درجـه‌ای‌گذشتند یک روز را از دست دادند .

ژول ورن نیز ازنظر محاسبه دچارچنین‌اشتباه شده بود. پس‌اگر بخواهیم ازخط نصف‌النهارتبدیل بگذریم باید یك روز را دو روز بحساب‌آوریم تا پس‌ازگردش به‌دور زمین‌تقویم ما و مردم ساحل یکنواخت باشد.

اکنون به‌راحتی میتوان علت اشتباه تاریخی یکشنبه را فهمید .

دودریانورداز یك نقطه معین در دوجهت مختلف (مشرق ومغرب) حرکت‌کردند و درنقطه‌ای بهم رسیدند.

آن روز باید برای هـر دو آنها یکشنبه بـاشد ؛ و حال آنکه برای یکی دیروز وبرای دیگری فردا وبرای میزبانشان یکشنبه بود. علت این‌اختلاف اینست‌که یکی از مشرق به مغرب و دیگری از جهت عکس آن از خط نصف‌النهار ۱۸۰ درجه‌ای گذشته بود .

در قطبین یعنی محلی که نصف‌النهارات یکدیگر را قطع میکنند، بین‌خطوط نصف‌النهاری‌اختلاف زمان وجود ندارد.

چگونه موقعیت یك کشتی در دریا معلوم میشود

آیا تاریخ دریانوردی از ٢٠٠تا ٢٥٠ سال تجاوز نمیکند؟

در عصر ما که به‌عصر کشفیات بزرگ جغرافیائی معروف است با وجودیکه وسائل مسافرت دریائی به بهترین وجه مهیا است باز مسافرت های طولانی دریائی چندان راحت نیستند. یعنی در یك مسافرت طولانی دریانوردان هفته ها و بلکه ماهها اثری از خشکی نمی‌بینند.

پائین‌آب دریا و بالا آسمان آفتابی یا پرستاره مشاهده میشود.

تنها یك عقربه ساده بنام قطب‌نما با حرکت خود جهت شمال و جنوب را به‌آنها نشان میدهد.

برای‌اینکه بتوانند کشتی‌را به‌طرف دماغه‌ای‌حرکت دهند قبلاً باید بدانند درچه وضعی قراردارند و درکجا هستند.

اما چگونه‌مکان‌وموقعیت خودرا در دریای پهناوری که‌از هیچ طرف آن خشکی دیده نمیشود میتوان شناخت؟

پیدا کردن عرض جغرافیائی محل چندان مشکل نیست؛ برای‌اینکار کافی‌است هنگام ظهر یعنی وقتیکه آفتاب دربالاترین نقطه است؛ زاویهٔ بین سایه میلهٔ عمود بر سطح افق، با سطح افق پیدا شود.

به‌کمك‌ساعت، واین‌اختلاف درجه‌و جدول مخصوص‌به‌طور دقیق میتوان فهمید که کشتی درچــه نقطه از عرض جغرافیائــی

قرار دارد.

این محاسبات‌را به‌وسیله‌ستارگان نیز میتوان‌انجام‌داد.

اما طول جغرافیائی به‌آسانی قابل محاسبه نیست و باید گفت‌کاری دشوار است .

درقرن ۱۸ حکومت‌های وقت کشورهائی که نیروی‌دریائی قوی داشتند، ازدانشمندان خواستندکه درحل‌این مسأله بکوشند وراه ساده‌ای پیداکنندکه دریانوردان به‌وسیله‌آن بتوانند دردل دریاها طول جغرافیائی محل خود را پیداکنند .

پیداکردن طول‌جغرافیائی‌یك نقطه این است‌که مشخص شودآن نقطه چند درجه وچند دقیقه و چند ثانیه ازنصف‌النهار مبدأ دور است .

(این مبدأ اغلب گرینویچ است)

نصف‌النهاری‌که ازگرینویچ میگذرد در تمام عرض خود دارای طول صفردرجه‌است؛ وساعت درتمام این مسیریکنواخت میباشد .

ساعت گرینویچ ساعت بین‌المللی است، اگر ساعتی را مطابق آن میزان‌کنیم؛ و درنقطه‌ای‌مانند ۱۵° طول جغرافیائی قرار داشته باشیم ؛ و ساعت محلی ۱۲ باشد (ظهر) در همین لحظه ساعت بین‌المللی۱۱خواهد بود.

۱۵ درجه $\frac{۱}{۲۴}$ محیط‌کره زمین است .

به‌کمك‌این اطلاعات میتوانیم مسأله زیر را حل‌کنیم‌فرض میکنیم در ۳۰° طول شرقی‌گرینویچ هستیم اختلاف بین ساعت محلی وساعت بین‌المللی چقدر خواهد بود ؟

با اطلاعات بالا این اختلاف ۲ ساعت میشود.

حتی‌به‌این ترتیب میتوانیم فاصلهٔ خودرا از مسکو یا هر

مبدأ دیگر تشخیص دهیم . زیرا با دانستن وقت محلی هر نقطه وساعت مبدأ به‌سهولت میتوان‌طول جغرافیائی آن محل رابدست آورد .

هر گاه طول جغرافیائی نقطه‌ای را بدانیم میتوانیم طول جغرافیائی‌نقطه دیگری را هم‌که موردنظراست بدست‌آوریم.

وقت محلی‌را هم‌به‌کمك‌دستگاه‌نجومی فوق‌العاده ساده‌ای میتوان حساب‌کرد .

اغلب در کشتی ها ، از این دستگاه‌که دوربین سدس‌یاب نامیده میشوداستفاده میگردد .

این‌دستگاه‌برای‌اندازه گیری دقیق‌زاویه‌ای که‌نورخورشید با سطح‌افق میسازد بکارمیرود.

ساختمان دوربین سدسیاب ازیك دایرۀمدرج ویك‌دوربین افقی و یك سیستم آئینه تشکیل شده است .

(مطابق شکل۱۷)

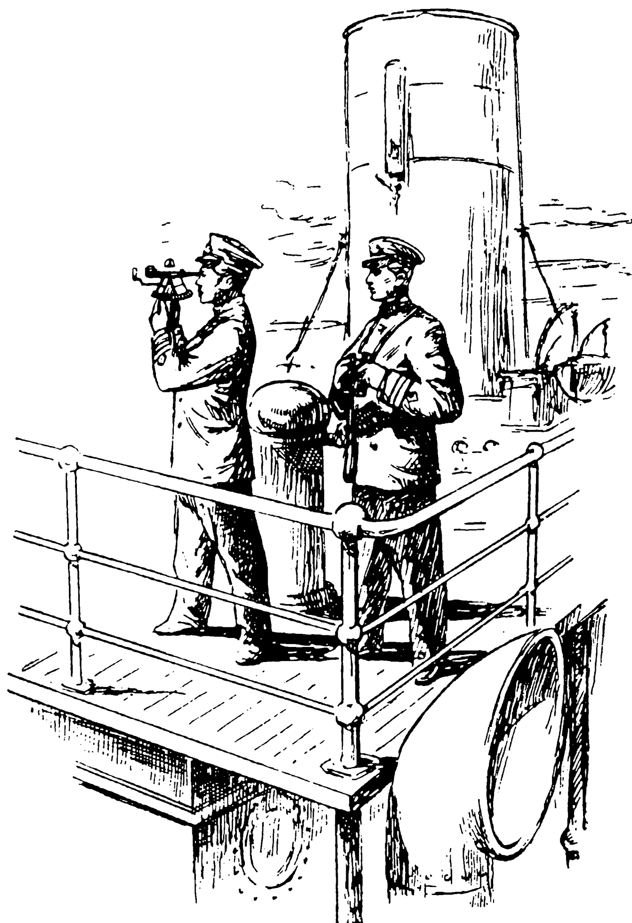
ملوان دوربین سدسیاب‌را به‌طور عمود میگیرد ودستگاه تنظیم‌آنراکه با حرکت آئینه صورت‌میگیرد میچرخاند . اشعۀ ستاره‌یاخورشید وقتی‌وارددستگاه شود رؤیت‌میگردد.

این‌اشعه به‌وسیلۀ دوآئینه منعکس‌میشود؛ به‌طوریکه به‌نظر بیننده ستاره درراستای خط افقی‌دیده میشود .

علم‌زاویه یابی خود وسیله‌ای است‌که باآن میتوان فاصله ستاره منظوررا ازسطح‌افق تعیین‌کرد.

ملوانان مشاهده خود را معمولاً کمی قبل ازظهر آغاز میکنند زیرا خورشید در این لحظه تحت بزرگترین زاویه رؤیت میشود .

زاویه‌ای که در این لحظه دیده میشود خود وسیله‌ای برای



(شکل ۱۷) مشاهده به کمك سدسیاب

تعیین عرض جغرافیائی محل‌است .

برای تعیین‌طول جغرافیائی‌بایدساعت هائی به‌همراه داشته باشیم‌که باوقت گرینویچ یامسکو میزان شده باشد.

ساعت محلی‌را نیزباید بدانیم .

حل‌این‌قسمت ازمسأله مشکل به‌نظرمیرسد .

دانشمندان برای تعیین ساعت محلی روش های مختلفی پیداکرده‌اند.

یکی‌ازاین روش‌ها مشاهده‌کسوف وخسوف است .

کسوف وخسوف درطی سال قابل پیش‌بینی است ؛ لیکن لحظات شروع و خاتمه آن برای نقاط مختلف زمین مخصوصاً نصف‌النهارهای مختلف متفاوت است .

بااین روش، یعنی‌مشاهدهٔ کسوف وخسوف میتوان زمان‌را درنقاط مختلف زمین حساب کرد.

لیکن‌متأسفانه این‌حالات‌نجومی به‌ندرت اتفاق میافتند و حال‌آنکه ماهرروز وهرساعت به‌شناختن زمان‌احتیاج داریم؛ تا بتوانیم به‌آن وسیله‌طول‌جغرافیائی یك نقطه را حساب‌کنیم .

پس‌این روش با وجود درست بودن ؛کمتر مورد استفاده قرار میگیرد.

وقتی‌که ستاره مشتری(۱) درحال استتار میماند بهترین مشخص‌سنجش‌زمان بین‌المللی‌است .

سیارات مشتری متعددند ؛ لذا نقاط زیـادی میتوانند از روی گرفتگی‌آن که‌متعدداست ساعت‌خودرا میزان‌کنند. این‌نوع گرفتگی‌ها اغلب بایك عدسی‌کوچك قابل رؤیت هستند.

با محاسبهٔ دقیق، میتوان لحظات استتار ستاره مشتری‌را برای سالهای آینده پیش بینی‌کرد .

1- Jupiter

چون فاصله زمین تامشتری بسیار زیاد است؛ لحظهٔ شروع و ختم این گرفتگی‌ها درآن واحد دیده میشود؛ به‌این ترتیب میتوان تصور کرد که تشخیص لحظهٔ شروع و ختم آن تاچه حد مشکل است .

به‌این‌جهت روش بالا مورد استفاده نبوده ورایج نیست .

با دانستن طول‌جغرافیائی یك محل برای تعیین‌وقت‌محلی فقط احتیاج به یك ساعت داریم .

در حقیقت قبل از حرکت در دریا ساعت را مطابق وقت مسکو یالنینگراد یاگرینویچ میزان میکنند ، این ساعت‌برای نقطه‌ای که طول جغرافیائی آن معلوم است مشخص‌کننده زمان میباشد.

مشکل‌کار اینست که ساعت باید بسیار دقیق‌باشد و تاچند صدم ثانیه را نشان‌بدهد؛ زیرا اشتباه‌کوچکی‌درزمان ; چنین محاسبات‌رادچار اختلاف بزرك میکند .

به‌طوریکه یك‌دقیقه‌اشتباه درزمان ازنظرعرض جغرافیائی درحدوده ۱۵ کیلومتراشتباه‌ایجادمیکند،و نزدیك خطاستوا یکدقیقه اشتباه‌درزمان؛ برای محاسبه‌طول‌جغرافیائی قریب۲۷/۶ کیلو-متراشتباه ایجاد میکند .

اگر برای محاسبهٔ زمان از ساعت های معمولی استفاده شود ممکنست طی‌روزها هفته ها وشاید ماهها که درسفر هستیم‌در محاسبهٔ طول جغرافیائی ارقام مسخره‌ای بدست‌آوریم .

نوعی‌ساعت‌به‌نام ساعت هاریزون (۱) بسیار دقیق است و اغلب برای محاسبهٔ طول جغرافیائی به‌کارمیرود .

این ساعت درماه یك ثانیه اختلاف دارد .

1- Harrison

هیأت پارلمانی انگلیس تصویب کـرده که در بدنهٔ کشتی های بزرگ که راههای درازی را طی میکنند ؛ ساعت‌هاریزون نصب گردد.

ساختمان این ساعت ها طوری است که باوجود طوفانهای شدید وآب و هوای مختلف همواره زمان را به‌طور دقیق نشان میدهد و مناطق سرد و گرم درنظم کار آن اثری ندارد وملوانان به‌این‌وسیله‌میتوانند طول جغرافیائی‌مناطقی‌را که‌از آن‌عبورمیکنند بطوردقیق پیدا نمایند .

این وسیله بسیار دقیق است؛ وامروزه‌نیز از آن استفاده میشود .

طی یك مسافرت ۸۱ روزه از پرت اسموت (۱) تاپرت رویال(۲) (درکشور جامائیك واقع در جنوب‌کوبـا) ساعت هاریزون‌فقط ۵ثانیه اشتباه‌کرده بودیعنی۱۶۱ روز بعدکه‌کشتی مجدداً به‌پرت اسموت مراجعت‌کرد ؛ اشتباه ساعت از چندثانیه تجاوز نمی‌کرد .

بااین‌تعریف‌وبه‌این‌ترتیب مسأله‌پیداکردن‌طول‌جغرافیائی حل‌شد .

امروزه طول و عرض جغرافیائی را بطور جداگانه پیدا نمیکنند .

بلکه دریا نوردان تحت چنداصل‌که بطورکلی « قانـون ارتفاعات» نامیده میشود دریانوردی میکنند.

هریك ازاین قوانین نتیجهٔمطالعات وبررسی‌های نجومی دقیق است .

برای استفاده ازاین روش فقط‌باید وقت‌را برحسب‌ساعت

1- Portsmouthe 2- Port-Royal

بین‌المللی‌دانست .

نزد دریانوردان ساعت دستگاهی‌است به‌نام زمانسنج(۱) که میتواند تاچند صدم ثانیه را نیزنشان دهد .

اختراع رادیو مسأله زمانسنجی را بسیار آسان کرده است؛ زیراکشتی‌درهرفاصله قراربگیرد میتواند به‌وسیلهٔفرستنده وگیرنده‌وقت‌را به‌حسب‌ساعت‌دقیق‌مسکو یاگرینویچ‌دریافت‌کند.

مؤسسهٔ نجومی‌استرن برگ (۲) که دقیق‌ترین‌ساعت‌هارا دراختیار دارد هرشش ساعت یکبار وقت دقیق‌رابه‌وسیلهٔ امواج رادیوئی اعلام میکند تا دنیا ساعت های خود را با آن‌میزان کنند .

هرکشتی چندین دستگاه زمانسنج دقیق داردکه دراطاق ناخدا قرارگرفته است.

درشرائطی که‌خطری کشتی‌راتهدید می‌کند و دریانوردان میخواهند هرچه زودتر ساحل‌نزدیك رابه‌جویند؛ احتیاج‌شدیدبه زمانسنج دقیق دارند .

مشاهده وتجربه مهم‌ومنحصر به‌فرد چهارکاشف روسی‌که نتایج علمی‌جغرافیائی‌فراوان دربرداشت‌این‌حرکت باقطعه‌بسیار بزرگ یخ (کوه یخ) از دریای‌گروئنلند به‌طرف قطب شمال بود .

برای اینکه کاشفین به‌میزان انحراف قطعه‌یخ‌پی ببرند ، برای اینکه بدانند چه وقت به محل میرسند و چه وقت برای رسیدن به‌ساحل بایدقطعه‌ای ازیخ‌را جداکنند (به‌کمك‌یخ‌شکن) احتیاج به‌دانستن دقیق مختصات جغرافیائی مسیر حرکت خود داشتند . و حال آنکه این مختصات دائما درتغییر بود.

1– Chronométre 2– P. Sternberg

مطالعات و کوشش‌های این چهار تن راههای تازه‌ای در تعیین مختصات جغرافیائی نشان داد .

درهر حال برای تعیین مختصات جغرافیائی دانستن دقیق زمان لازم میآمد .

امروز درقطب شمال پایگاههای دائمی متعددی قراردارد که درآنها آزمایشگاههائی تعبیه شده‌است .

همهٔ مؤسسات این پایگاهها روی قطعات یخ قرار دارد .

گروهی ازدانشمندان به کارهای دقیق علمی مربوط به وضع جغرافیائی مشغولند . به علاوه روی اوضاع جوی قطب شمال ، و حیوانات خاص آن در اعماق مختلف و جریانهای دریائی و چگونگی جاذبهٔ زمین وغیره مطالعاتی صورت میگیرد.

همهٔ این کوشش‌ها واندازه گیریها وابستگی‌تام به‌مختصات جغرافیائی‌داشته واین‌خود محتاج به شناسائی دقیق زمان است.

۵

تعیین، ضبط و اعلام زمان دقیق

شناسائی زمان درحل بسیاری ازمسائل علمی و فنی مورد لزوم است. درجات وابستگی مسائل‌مختلف به زمان یکنواخت نیستند. لیکن آنچه مسلم‌است رشته‌های علوم وفنون هرچه‌دقیقتر میشوند اثرآشکار زمان درآنها بیشترنمودار میگردد.

مثال ساده براین مطلب مسأله حرکت است.

بنابه فرضیه وجنر(۱) انحراف وحرکت قاره‌ها به طور دائم وپیوسته، لیکن به‌کندی انجام می‌شود.

سرعت قسمت های متحرك پوستهٔ جامد زمین(خشکی‌ها) مختلف ومتفاوت است.

بنا براین فرضیه، اروپا وامریکا سالیانه یك‌مترازیکدیگر دورمیشوند. سنجش‌های دقیقی‌که طی سالهای زیاد انجام شده نشان‌داده است‌که فاصلهٔ قاره ها دائماً درحال تغییر است واغلب این‌اختلاف فاصلهٔ روبه‌کاهش میباشد.

این سرعت در اروپا وامریکا درعرض ٤٥ درجهٔ شمالی به ٦٥ سانتیمتردرسال‌میرسد، بنا براین تغییرزمان دراین‌نقطه تا۰۰۲/. ثانیه است.

1- Wegener

این نکته نشان میدهد که سنجش زمان مستقیماً در تعیین طول جغرافیائی مؤثراست .

تعیین دقیق طول جغرافیائی بامشکلاتی روبرو میشود که برای حل آنها احتیاج به سه مسأله کمکی دارد .

۱ـ تعیین دقیق زمان؛ که بوسیله فرستنده‌های رادیوئی مراکز نجومی حل میشود گذشته ازآن در روز میتوان بامشاهده نجومی خاص وقت را تعیین کرد .

پس بهرحال در درجهٔ اول باید زمان را در نقاط مختلفه کره زمین بشناسند .

۲ ـ ضبط دقیق فواصل زمان ، و لحظات ، و تقسیمبندی نجومی آن یعنی ساعت دقیقی که بتوانیم با وقت رادیوئی میزان کنیم .

این مسأله به‌کمك ساعت های نجومی بسیار دقیـق حـل شده است .

مشاهده وضبط زمان به وسیله رسدخانه ها ومؤسسات علمی متعددی که‌شمارهٔ آنها روزبه روز روبه تزایداست صورت‌میگیرد. اما شناسائی زمان بطور دقیق تنها برای رصد خانه ها وسایـر مؤسسات علمی مورد لزوم نیست بلکه برای کارکنان کشتی ها و هواپیماها وسایر تجربیات روزمره موردکمـال ضرورت است.

۳ـ تنظیم‌زمان وانتقال آن‌از رصدخانه ها وفرستادن‌آن به مکان‌های مورد لزوم.

این‌مسأله حائزکمال اهمیت است .

درواقع تشخیص زمـان ، ضبط آن ، وانتقال وپخش آن به مناطق‌مختلف کره زمین‌مسائلی‌هستندکه اخیراً برای‌حل‌آنها روش‌های دقیق‌تری پیشنهاد شده است .

که حل هریك‌ازآنها بشرح زیراست .

تعیین دقیق زمان

این‌روش مبتنی برمشاهدهٔ آفتاب وستارگان است .

مشاهدهٔ کواکب نتایج روشن و دقیقی در بر دارد ، لذا این‌روش اغلب مورد استفاده قرار میگیرد .

وقتی‌توانستیم زمان را بطور دقیق تعیین‌کنیم باید به این نکته بپردازیم که روزهای ستاره‌ای به‌مراتب‌کوتاهتر ازروزهای خورشیدی است .

علت این مطلب آنست که زمین ضمن‌اینکه به دور خـود میگردد درسالیا نه یك‌بار به دورخورشید گردش‌میکند ، حرکت آشکار خورشید نشان میدهد که بین‌هردو اوج متوالی آن همیشه ۳ دقیقه و۵٦ ثانیه اختلاف زمان وجود دارد، یعنی فاصلهٔزمانی اوج دوم نسبت به فاصله زمانی اوج‌اول طولانیتراست .

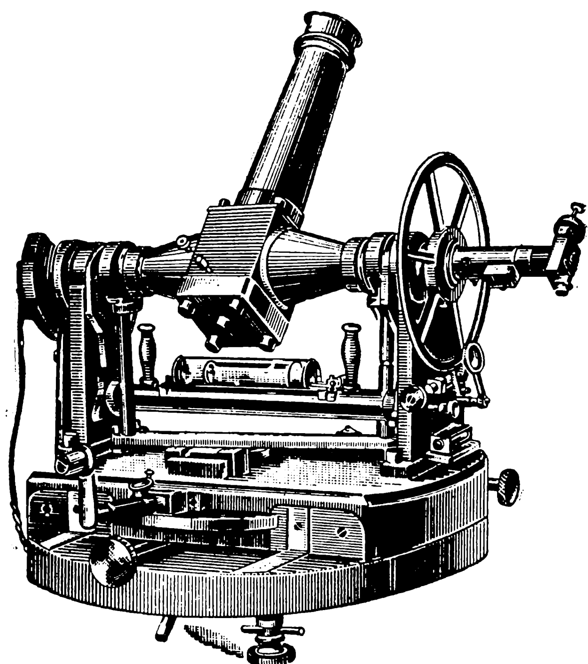
طول این زمان دریك ماه به دوساعت ، و دریك سال به یك روز میرسد .

این‌مقدار درمورد روزهای ستاره‌ای به مراتب‌کوچکتر است . اگرچندین‌شب به‌ستارگان نگاه‌کنیم به‌سهولت‌درمییابیم که یك ستاره معین‌هر شب کمی‌زودتر ازشب قبل طلوع میکند، درحالیکه ستارگان توالی خودرا همچنان حفظ میکنند .

این حقیقت به علت‌کوتاهتر بودن روز های ستاره‌ای از روزهای خورشیدی است وقتی رابطهٔ این‌دونوع محاسبه‌را درك نمودیم، تبدیل‌آنها به یکدیگر آسان میشود .

برای تعیین‌زمان ؛ درروش‌های خاص نجومی (مشاهدهٔ ستارگان) باید ازعدسی‌ها استفاده‌کرد .

(مطابق شکل۱۸)



شکل ۱۸ ـ دوربین متحرك

تلسکوپ دارای یك عدسی چشمی است که روی یك صفحهٔ دید قرار دارد و یك عدسی شیئی متحرك دور محوری افقی میگردد دایره‌ای مدرج درجات گردش دستگاه‌را نشان میدهد. عدسی‌ها در دستگاه طوری قرار گرفته‌اند که نسبت به‌یکدیگر مایلند و بیننده همواره ازعدسی چشمی که دریك طرف محور افقی قرار دارد نگاه میکنند.

درعدسی‌های چشمی، دوخط باریك مرکز میدان دید را مشخص میکنند ، از مرکز عدسی چشمی یـك خط عمودی نیز میگذرد .

معمولاً دوربین‌های بزرك را درنصف‌النهار های مشخص قرار میدهند .

به‌وسیلهٔ مشاهدهٔ‌ستارهٔ مشخصی‌درراستـای‌خط عمودی‌عدسی زمان‌تعیین‌میشود برای تعیین‌محل‌عبورستاره ،مشاهده کننده‌عدسی راآنقدر میچرخاند تاستاره رؤیت گردد. یعنی بین دوخط‌باریك قرارگیرد، سپس‌به‌کمك یکی‌ازساعت ها ؛ لحظه‌ای راکه ستاره ازآن حد میگذرد برحسب ثانیه محاسبه میکنند .

درهمان حال بیننده دقایق عبورستاره را ازحد معینی‌که به وسیلهٔ دوخط باریك مشخص‌شده است حساب میکند . و سعی مینمایدکه زمان عبورستاره‌را تایکدهم ثانیه تقریب معین‌کند .

این‌وسیله سنجش‌روش چشمی‌وگوشی‌خوانده میشود .

دقت این‌عمل وابسته به‌دو عامل است :

۱ـ وسیلهٔ کامل ومجهز .

۲ـ مشاهده‌کنندهٔ دقیق ومبرز .

به وسیلهٔ این دو عامل میتوان زمان را تا یکـدهم ثانیه محاسبه‌کرد .

درروش ثبت لحظات‌عبور ، به جای‌نگاه‌کردن‌به‌زمانسنج ونورستاره ازکلید هم استفاده میشود .

دراین‌روش مشاهده‌کننده در لحظهٔ عبور ستاره‌که به‌کمك رشته قائم عدسی چشمی‌تشخیص داده میشودکلید برق‌را میزنند حرکت ستاره روی نواری ثبت میگـردد . درلحظه ختـم عبور ستاره جریان را می‌بندند .

پس‌دونشانه روی‌نوار متحرك دستگاه ضبط میگردد .

درهمان لحظه، وقت به وسیلهٔ یك ساعت نجومی به طور مداوم تعیین وتقسیم میگردد.

با مقایسهٔ این‌دونشانه ووقت ساعت نجومی میتوان لحظهٔ عبورستاره را ثبت‌کرد.

دو روش بالا به دقت فراوان احتیاج دارند، وکمترین بی‌توجهی درآنها موجب به دست‌آمدن نتیجهٔ غلط میگردد.

اگرمبنای اندازه گیری زمان؛ عبور ستاره ازنقطه معینی باشد. هریك ازمشاهده‌کنندگان آنرا به طریقی‌اعلام میکنند. عده‌ای‌کمی‌دیرتر وعده‌ای دیگر زودتر.

بااین روش تاکنون دومشاهده‌کننده زمان را یکنواخت اعلام نکرده‌اند. با وجود این هرگز اشتباه از یکدهم ثانیه تجاوز نکرده‌است.

موضوعی‌که به پیچیدگی مسأله میافزاید اینست‌که یك مشاهده‌کننده همواره ستارگان مختلف‌را رصد میکند. با علم به اینکه بزرگی وکوچکی ستارگان خود مایهٔ اختلاف‌است‌لذا اشتباهاتشان متفاوت میباشد.

اگرازوسائل ریزسنجی استفاده شود این اشکالات‌تاحدی مرتفع میگردد.

مثلاً وقتی‌که تغییرمحل وحرکت دستگاه به‌کمك‌قرقره وبا دست صورت میگیرد، زمانی‌که مشاهده‌کننده تصویر ستاره را بین‌دوخط افقی دید یعنی خط عمودی عدسی در راستای آن قرارگرفت؛ برای اینکه‌گردش زمین ستاره را از دید خارج نکند باید دستگاه را بچرخاند.

میدانیم حرکت آونك ساعت نجومی روی نواری ثبت است. اما چون همه اینها با دست انجام‌میشود، نتیجهٔ عمل‌باز

خالی ازاشکال نیست .

دردستگاههای ریزسنجی دقیق هرگز گردش دستگاه به وسیلهٔ دست نبوده واینکار توسط موتورکوچکی انجام میگیرد .

مشاهده کننده باید از مشاهـدهٔ ستاره مطمئن شده ، سپس سرعت گردش دستگاه را تنظیم نماید. ولی علامت های ساعت نجومی به طور خود کار ثبت میشوند .

یك چنین وضعی موجب میگردد که از اشتباهها کاسته شده ونقش مشاهده کننده تنزل یابد .

درروش چشم و گوش حد اشتباه چند دهم ثانیه میباشد ، و حال آنکه همین وسیله اگردستی باشد حدود اشتباه ۰/۳ تا ۰/۴ ثانیه واگر موتوری باشد ونقش مشاهده کنند در آن تنزل یابد تا ۰/۲ ثانیه تقلیل مییابد .

اخیراً دستگاهی به‌نام چشم الکتریکی اختراع شده‌است که موجب ایجاد روش جدید و بسیار دقیقی در تعیین زمـان گردیده است .

با اختراع این وسیله احتیاجی نیست کـه مشاهده کننده ستاره را ببیند و دستگاه را بکار اندازد : بلـکه این کار توسط چشم الکتریکی انجام میگیرد . یعنی همهٔ وسایل اندازه گیری به روش چشم وگوش ؛ خودکار میشود .

برای تعیین زمان راههای دیگری نیزوجود دارد .

اخیراً فقط چند ستاره مهم راکه به نام ستاره های عصر معروفند معین کرده‌اند و اغلب اندازه گیری‌ها روی آنهـاانجام می‌شود .

این مشاهـدات اگـر صحیـح باشد همیشه نتایـج یکسان خواهند داشت .

قبل ازاندازه گیری ؛ چند دهم ثانیه اختلاف راکه هـر

دستگاهی دارد باید درنظر گرفت .

برای ازبین بردن اشتباه، انحراف محورافقی دستگاه ، زاویهٔ انحراف محور عدسی نسبت به نصف النهاری‌که دستگاه درجهت آن‌قراردارد، وهرگونه اصلاح دیگری‌که لازم‌باشد به عمل‌میآید. بعلاوه سرعت حرکت نیز محاسبه میشود.

مثلا سرعت سیر نور در اطراف زمین ۳۰۰/۰۰۰ کیلومتر درثانیه بوده وحال آنکه این‌سرعت دراطراف‌خورشید ۳۰ کیلو متر درثانیه است .

بهرحال برای اینکه نور ازستاره بزمین‌برسد احتیاج به زمان دارد و برای رسیدن از عدسی به شیئی به عدسی چشمی دوربین نیززمانی لازم است.

در این زمان‌گرچه بسیارکوتاه باشد دوربین و زمین‌که محمل‌آنست تغییرمکان میدهند . وبرای اینکه بازهم نورستاره به عدسی‌نرسد لازم‌است‌که عدسی دوربین‌را خلاف جهت حرکت زمین‌بچرخانند .

هر۶ماه یك‌بار زمین‌نسبت به ستاره‌کاملاً به‌طور معکوس قرارمی‌گیرد. بنابراین باید جهت دوربین‌هم عوض شود .

پس‌دراین روش اصلاح انحراف نور تابع‌انحراف عدسی است‌که‌آن نیز نتیجهٔ حرکت زمین‌است .

پس‌این‌اختلافات باید همیشه منظور باشد .

درمورد عده‌ای‌ازستارگان اشتباهات این‌روش‌نیزمحاسبه شده، معمولاً نمرهٔ متوسط نتایج‌را ثبت‌کرده‌اند .

اشتباه متوسط در اندازه‌گیری‌های زمان تقریباً ۰/۱۰ ثانیه درساعت است .

سرویس‌های‌خبرگزاری وقت(زمان)درخط‌های‌بین‌المللی

معمولاً زمان مؤسسه خودرا اعلام‌میکنند .

زیرا ازنظر نجومی وتعیین وقت همه چیز برای آن خطوط نصف‌النهاری شناخته شده‌است .

مؤسسات بین‌المللی زمان بایکدیگراختلاف وقت دارند. این‌سرویس‌ها منبع‌خبررا اعلام میکنند ومعمولاً اختلافات آنرا باسایرمؤسسات زمان نیزذکر میکنند .

نگهداشتن حساب زمان

اولین‌کار سرویس‌های زمان ، تعیین دقیق وقت است اما کاربه همین‌جا خاتمه نمی‌پذیرد ، بلکه بخش دوم مأموریت آنها ضبط زمان واندازه گرفتن آنست .

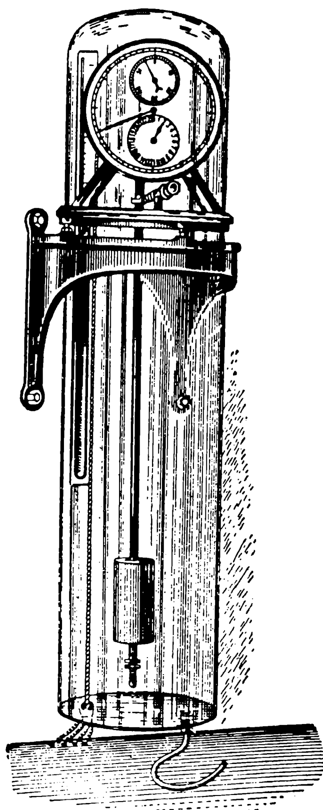
تعیین نجومی زمان چندروزیکبار تکرارمی‌شود. درفاصلهٔ این‌چند روزوقت‌به طوردقیق‌به وسیله ساعت‌های نجومی‌مخصوصی حساب می‌شود.

ابتدا زمان‌را به‌طوردقیق معلوم‌می کنند وحساب ساختمان ساعتهای نجومی راکـرده و تمام اشتباهات ممکنه و علت های احتمالی آنرا نیز پیش‌بینی‌می کنند .

اساسی‌ترین‌بخش ساعت آونگ آن است .

درساختمان ساعت تنها آونگ است که زمان‌را می‌سنجد و اندازه می گیرد، فنرها وچرخدنده‌ها وسیلهٔ ارتباطی ومحرکه بوده وعقربه‌ها نیزبرای نشان دادن زمان بکار میروند .

پس‌ازهرنظر باید بهترین‌آونگ‌را انتخاب کرد به‌طوری که شرائط آب‌وهوای محل درطول وسنگینی‌آن دخالت نداشته باشد درموقع کوك کردن صدمه نبیند وتحت اثر زلزله وحرکات هوا خراب نشود .



(شکل۱۹)
ساعت نجومی آونگدار

ساعت نجومی را در جعبه‌ای که‌جدار آن‌ساختمانی مخصوص دارد قرار میدهند به‌طوریکه‌هیچ‌موجی‌را به‌داخل منتقل نمیکند و در تمام سال حرارت داخل جعبه‌را به‌یك اندازه نگهمیدارد .

برای اینکه مقاومت هوا وفشارجو آسیبی‌به‌آونگ وارد نیاورد ، هوای داخل محفظه رقیق شده است‌وفشار آن‌همیشه ثابت می‌باشد .

ساعت شورت (۱) نوعی ساعت دقیق‌نجومی‌است که‌دارای دوآونگ میباشد، یکی‌ازآنها به ساختمان‌مبدل وعقربه‌ها وصل‌می‌شود.

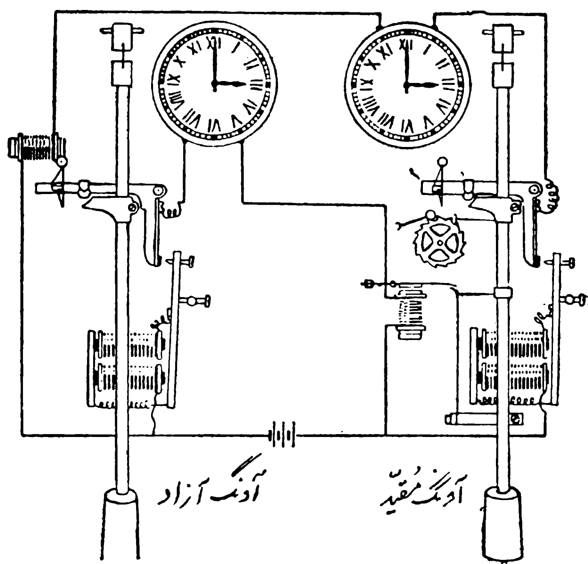
آونگ‌دیگر آزادبوده وهیچگونه ارتباطی باچرخ‌دنده ندارد.

(مطابق شکل۲۰)

آونگ آزاد درون محفظه‌ای قرا داده شده‌که جدار آن به وسیله پوششی فلزی پوشیده می‌شود .

آونگ دیگر به وسیلهٔدوالکترو‌امان کوچك‌به‌آونگ‌آزاد

1– Short



شکل ۲۰ــ ساعت نجومی دوآونگی

مربوط است، که درمجاورت یکدیگر نوسان می کنند .

آونگ‌اول که به‌ساعت ودستگاه آن مربوط استباحرکت خود وقطع ووصلی که درنتیجهٔ آن ایجاد می کند ؛ آونگ دوم را بنوسان میاورد .

این دوآونگ‌کاملاً دارای همزمانی‌میباشند .

در اتحاد جماهیر شوری توسط ی ـ خوانبرگ (۱) قهرمان کار و فعالیت و دانشمند بزرگ فیزیك درآزمایشگاه انستیتوی‌مندلیف(۲) ساعتی اختراع شدکه دو آونگ داشت و

1- I-Kvarenberg 2- Mendeléef

دقیقترین ساعتی‌است که تاکنون اختراع وساخته شده است.

مقدار اشتباه این ساعت بسیار ناچیز است با وجود این خالی ازاشتباه نیست .

هرگاه ساعتی‌داشته‌باشیم که زمان را به طور دقیق نشان ندهد اما میزان اختلاف آن دردست باشد، میتوان آنرا مورد استفاده قرارداد ، زیرا وقتی میزان اختلاف را بدانیم‌میتوانیم وقت دقیق‌را بشناسیم .

متأسفانه میزان اختلاف هرگز ثابت نمی‌ماند . عوامل مختلف ازجمله‌تغییر درجه حرارت وفشار هوادرکم‌وزیادکردن آن مؤثرند .

اختلاف حرکت ساعت موردی‌است که به‌آن‌توجهٔ فراوان می‌شود، به طوریکه چگونگی‌کارکردن ساعت درقبال آن‌بسیار ناچیز است .

ساعت نجومی‌نیزممکنست مثل‌ساعت های دیگر در شبانه روز تاچند دهم ثانیه جلووعقب بیفتد ولی‌آنچه مهم است اینست که‌این‌ساعت‌هازمان‌را به طوراطمینان بخشی حفظ می‌کنند و به وسیلهٔ آنها میتوان وقت‌واقعی‌را شناخت .

با اینکه ساعت نجومی چند دهم ثانیه اشتباه دارد ولی هیچگاه اختلاف بین تغییرات آن از چند هزارم ثانیه تجاوز نمی‌کند .

بیش‌ازچند سال‌نمیگذردکه برای حرکت مکانیکی‌ساعت ازجریان برق وامواج الکتریکی استفاده شده است .

ساعتی‌ساخته‌شده‌که به عوض‌نوسان یك آونگ از خاصیت یك‌بلورکوارتز پیزوالکتریك (۱) استفاده گردیده است .

صفحه‌ای ازکوارتز تراشیده شده پیزوالکتریك خاصیت

1- Piézo – Electrique

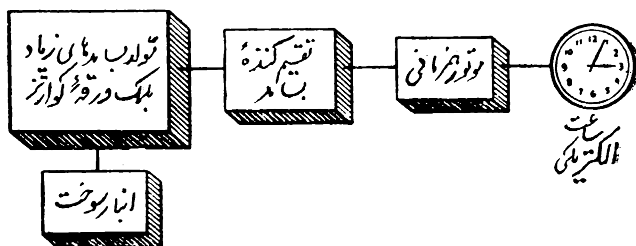
قابل ملاحظه‌ای دارد . یعنی اگر یك طرف آنرا تحت فشار بار الکتریکی قراردهند، طرف دیگر صفحه آن دارای الکتریسته‌ای خواهد شد که از نظر بار الکتریکی عکس طرف اول است .

پس اگر صفحه‌ای روی آن قراردهیم و به یك طرفش جریان قوی متناوب وصل نمائیم، صفحه روی آن بلرزش درمیآید.

میدانیم این لرزش‌ها بسیار منظم و بطور دائم انجام میگیرد، برخلاف نوسان آونگ که سرعت ودامنه آن به خودی خود تغییر می کند و باوسائل دقیق این تغییرات راکاهش داده‌اند :

کوارتز پیزوالکتریك که استهلاك امواج آن فوق العاده کم است همان سنگی است که در رادیوسازی برای گرفتن دائمی امواج منتشر شده مورد استفاده قرار می گیرد .

بادر نظر گرفتن این خاصیت نوعی ساعت نجومی از کوارتز ساخته‌اند به نام ساعت نجومی کوارتزی (مطابق شکل ۲۱)



شکل ۲۱ ــ طرح ساعت کوارتزی

شامل مولدی با تناوب زیاد است که در آن یك صفحه کوارتز و یك تقسیم کن مستقر شده و موتوری حرکت هماهنگ عقربه‌ها را تنظیم می کند .

مولددارای جریان متناوب بانوسان فوق العاده زیاداست.

صفحه کوارتز بادقت تمام این امواج را میگیرد . ونوسان ها که تعداد آنها به چندهزار در ثانیه رسیده است به وسیلهٔ تقسیمکن به طور معمولی به ۳۰۰ تا ۱۰۰ نوسان درثانیه تبدیل‌شده ، به طرف ساعت فرستاده می‌شود .

کارموتوراینست که نوسان را ثابت نگاهدارد و از پائین آمدن آن جلوگیری کند، وعقربه های ساعت را بچرخاندونشان دهندهٔ ساعت ودقیقه باشد .

سرعت چرخش‌موتوریکنواخت است . و جریان متناوب است که موجب حرکت منظم آن میگردد .

درساعت کوارتزی سرعت‌چرخش‌عقربه‌ها با نوسان‌لرزشی کوارتزپیزوالکتریك به‌طریق بسیار دقیق‌تنظیم شده‌است .

چون نوسان کوارتز دائمی است میتوان از نظر دقت و یکنواختی حرکت به ساعت اعتماد داشت .

این ساعت اغلب مورد استفاده علمای نجوم بوده و در بسیاری‌ازآزمایشگاههای روسیه وجود دارد. زیرا این‌ساعت‌از سایرساعت‌های نجومی آونگدار دقیق‌تر بوده و اشتباه آن در حدود ۲ تا۳ هزارم ثانیه است وبرای یك دوره چندماهه،حتی چندساله احتیاج به اصلاح ندارد .

درساعت نجومی‌معمولی‌عقربه‌ها هرگز به‌طور دقیق‌ساعت را نشان نمیدادند زیرا در ثانیه آنها چند دهم اختلاف قابل پیش‌بینی‌بود، وحال‌آنکه‌درزمانسنجی این‌ساعت اختلاف‌واشتباه به چند هزارم ثانیه رسیده است .

به همین‌دلیل سرویس‌زمان در شوروی با داشتن تعدادی ساعت های دقیق‌نجومی، یکی‌ازحساس‌ترین سرویس‌های زمانی جهان است .

پخش وقت دقیق

کارسرویس‌های زمان تنها تعیین و ضبط وقت نیست بلکه کار مهم دیگر این سازمانها اعلام زمان وساعت به تمام جهان است .

پخش‌زمان وعلامات آن به‌کمك وسائل مکانیکی، سمعی‌یا نورانی انجام میشود .

درپطرزبورك درهرظهر یك‌توپ شلیك می‌کنند . همچنین می‌توان ساعت ها را به وسیله ساعت نجومی انستیتوی مندلیف میزان کرد .

در بنادر و شهرهای‌کنار دریا ، برای شناختن ساعت از گلوله هـای مخصوصی استفاده می‌کنند .

کشتی‌های‌کنار بندر ، سرظهر گلوله‌ای از فراز دکـل پرتاب می‌کنند .

امروزه برای پخش زمان از علائم برقی نظـیر تلفون ، تلگراف ، رادیواستفاده میشود. مراکز فرستنده چندین‌مرتبه درروز ساعت دقیق‌را اعلام می‌کنند .

این ساعت ها بیش از یکـدهم ثانیه با زمـان حقیـقی اختلاف ندارند ،

در جاهائیکـه اعلام دقیق زمان فوریت دارد ، با آهنگ مخصوصی صدای ساعت و حرکت ثانیه شمار را مستقیماً پخش میکنند . این ساعت ها دقیق‌تر بـوده و دستگاههای فـرستنده مخصوصی ندارد ، وزمان را با اختلاف چند هزارم ثانیه‌اعلام می‌نمایند .

پخش ساعت دقیق در بسیاری از موارد ، لزوم فراوان دارد ازجمله . راه‌آهن، پست وتلگراف وتلفن وغیره .

ممکن‌است افراد به طورعـادی نیازی به‌زمان بسیاردقیق نجومی یاجغرافیائی نداشته باشند ، ولی به هرحال باید دانست که نقاط مختلف شهر یا مملکت به ساعت های دقیق لااقل به حسب دقیقه نیازمندند .

این‌مسأله به‌وسیلهٔ ساعت‌های الکتریکی حل‌شده‌است .

درایستگاههای‌راه‌آهن‌شهرهای بزرك ساعت‌های الکتریکی نقش‌مهمی‌دارند .

ساختمان این‌ساعت ها بسیارساده است .

ساعت الکتریکی شبیه ساعت های دریائی و زنگ اخبار است .

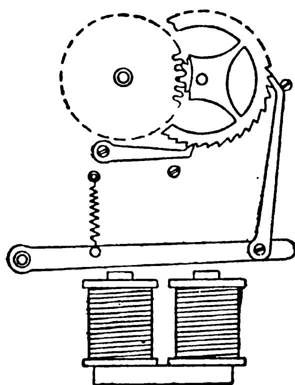
ساعت دریائی‌دارای یك‌آونك، چرخ‌دنده‌ها ، وزنك‌است که به‌وسیلهٔ‌آنها زمان‌اندازه گرفته شده و اعلام میگردد.

دراین‌ساعت‌ها صفحه وعقربه ساعت‌شمار وجود ندارد.

گاهی‌فقط‌یك‌عقربه دقیقه‌شمار درآن‌دیده‌میشو: (شکل۲۲)

در ساعت دریائی هر بارکه میلهٔ آن به وسیله یك الکترواِمان جذب می‌شود ، یك دندهٔ چرخ حرکت‌کرده وصدائی‌که زنك‌ساعت‌است به گوش‌میرسد .

اخیراً ساعت هائـی ساخته‌اند، که ماننده‌سینماوقت رااعلام میدارد وساعت دقیق رابه‌زبانهای مختلف‌میگوید.



شکل ۲۲ ـ ساختمان ساعت الکتریکی

امروزه دستگاهها و مؤسساتی وجوددارندکه وقت دقیق را تعیین و نگهداری کرده و به‌صورت‌های مختلف در اختیار جهانیان قرار می‌دهند .

مسألهٔزمانسنجی که روزی ازبغرنج‌ترین مسائل بوده‌است حل شده ، وکار مسافران زمینی وهوائی و دریائی را آسان کرده، وعمل نقشه کشی وکارهای جغرافیائی رابسیارسهل نموده است .

٦

چگونه ساعت را میزان میکنند

دستگاه تنظیم وقت

ازصنایع پیشرفته صنعت‌ساعتسازی است، به‌این دلیل‌انواع ساعت‌ها ساخته شده وبه‌وجود آمده است .

میزان کردن ساعت‌ها بادرنظر گرفتن ساختمان مختلف آنها یکی‌ازمسائل مهم‌است .

اغلب وقتی رادیوزمان دقیق را اعلام میکند فوراً ساعت خودرا باآن برابر کرده وباین‌ترتیب ساعت را میزان میکنیم .

این‌میزان کردن برای مدت‌کوتاهی بوده و بلافاصله در سرویس‌دیگری‌که رادیووقت‌را اعلام‌میدارد ناگزیریم بازعقربه ساعت‌را به‌جلو یاعقب بگردانیم وبه‌طوردقیق‌آنرا روی‌نمره‌وقت اعلام شده قراردهیم .

بااینکار هیچگاه ازاشتباه ساعت جلوگیری نشده ، وچه بسیار پیش میآیدکه اینکار موجب خراب شدن ساعت میگردد.

ساده‌ترین‌وسیله برای میزان‌کردن ساعت استفاده‌از روش سادۀ کنترل ومیزان‌کردن آن است .

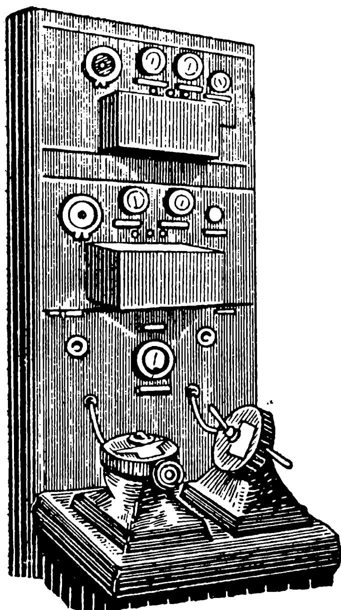
برای اینکارازدستگاهی بنام دستگاه تنظیم ساعتها استفاده میشود .

یعنی‌ساعتی‌راکه میخواهند میزان‌کنند ، از نظر صدا و ضربه ها وکندی وتندی ، باساعت‌دقیقی مقایسه می‌نمایند .

ساختمان دستگاه تنظیم ساعتها یاکنترل آنهـا ، از یك ساعت نمونه ویك بلندگو تشکیل‌شده است .

ساعت، درون دستگاه طوری‌تعبیه شده‌که صفحه داخل‌آن یعنی خزانه ساعت درکنار صفحه‌ای فلزی قراردارد.

این‌صفحه فلزی به‌اندازه صفحهٔ روی خزانه است .



شکل ۲۳ ـ دستگاه کنترل ساعتها بطریق سمعی

ایندو صفحه بـا یـکدیگر تشکیل خازن برقی میدهند ،

خفیف تـریـن حرکت درخزانه ساعت بارالکتریکی خازن را تغییر میدهد .

این دستگاه بـه بلندگوئی سیم کشی شده و بـدینطریق کمتریـن حـرکت در خـزانـه (ساختمان ساعت) به ضربات زنگ مـاننـدی تبدیـل شده و بگـوش میرسد .

بـاین تـرتیب کمترین‌تغییر واختلاف

بین صدای ساعت مورد آزمایش وساعت کنترل کاملاً مشخص می گردد .

میزان کردن تندی یا کندی ساعت مستقیماً از روی‌صفحهٔ کنترلش تنظیم میشود . (شکل۲۳)

چگونگی حرکت ساعت‌ازفاصله بین‌دوصدای ساعت‌مورد آزمایش وساعت کنترل فهمیده میشود.

دستگاه کنترل ساعتها

در کارخانجات ساعتسازی شوروی دستگاههای کنترل نیز ساخته میشود. (مطابق شکل۲٤)

نوع‌دیگری‌ازدستگاههای کنترل(۱) مرکب ازیك گوشی، یك‌چکش برقی ویك‌دوشاخه برق است .

میزان کردن به‌وسیله این‌دستگاه‌عبارت ازسنجیدن‌نوسان ویا صداهای ساعت‌موردآزمایش بانوسانات زیاد دستگاه‌مولدی که تشدید آن توسط ورقهٔ کوارتز انجام می گردد .

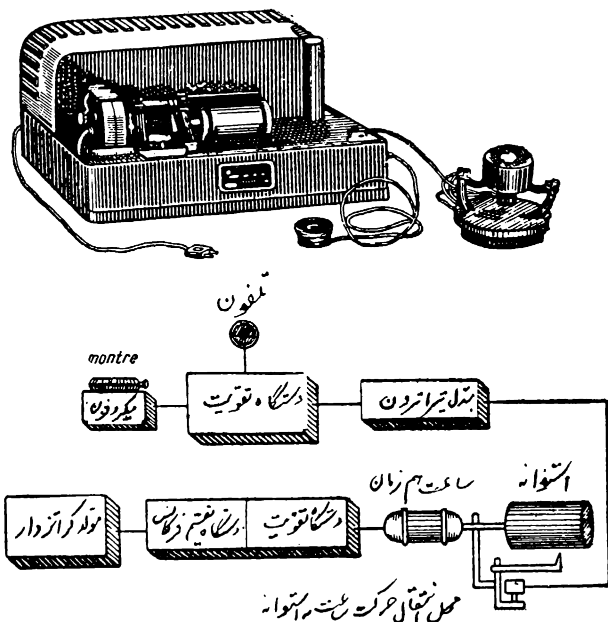
به‌آسانی میتوان‌حرکت ساعت‌رابه‌وسیلهٔ این‌دستگاه مورد بررسی قرار داد.

ساعت مورد آزمایش روی میکروفون گذاشته میشود . (شکل۲٤)

در اینجا صدای ساعت از صورت مکانیکی به الکتریکی تبدیل می گردد .

دامنهٔ نوسان این محرك ها کم است وباید دامنهٔ نوسان باندازه‌ای باشد که قابل ثبت گردد . یعنی باید جریانی ایجاد شود که‌دامنه‌نوسان آن‌روی استوانه‌ثبات‌منحنی‌های‌سینوسی‌باشد.

1- (PP Tch-4)



شکل ۲۴ـ دستگاه کنترل کار ساعت از نوع (PP Tch - 4)
a ـ شکل ظاهری دستگاه
b ـ طرح دستگاه

جریان الکتریکی با خارج شدن از میکروفون به توسط دستگاه تقویت به جریان شدیدتری تبدیل می‌شود .

تبدیل جریان ضعیف به جریانی شدیدتر باوسائل ساده‌ای انجام پذیر است .

به این وسیله جریانی که بدست می‌آید کاملاً قوی بوده و

شدت آن زیاداست واگرآنرا ثبت کنیم منحنی سینوسی خواهیم داشت .

شدت چنین‌ساعتی ثبت شده ونگهداری میگردد.

همه این‌اعمال توسط‌یك دستگاه مغناطیسی انجام‌میگردد که از یك الکترواِمان و یك صفحهٔ متراکم‌کننده بـرق تشکیل شده‌است .

زمانیکه‌برق وصل‌است‌جریان ازبوبین‌الکترواِمان‌میگذرد ودرنتیجه صفحه فلزی جذب ودفع میشود .

نوك میله‌ای‌که روی‌صفحه فلزی تعبیه شده، درهرجریان روی کاغذ میلیمتری که به اطراف استوانه متحرك متصل است نقطه‌ای می‌گذرد .

سرعت استوانه ثبات‌کاملاً دقیق وثابت است .

ازاین‌آزمایش نتایج زیربدست میآید :

یك دستگاه مخصوص (مانند شکل ۲٤) میتواند شدت نوسان را به‌۷۲۰۰۰/ درثانیه برساند وساختمان این تبدیل‌با یك تیغه‌کوارتزی تکمیل‌میشود.

به‌وسیله تقسیمکن‌های متعدد میتوان تعداد نوسانات‌را به ۶۰بار درثانیه رسانید .

موتوری با حرکت یکنواخت وسـرعت ۱۸۰۰ دور در دقیقه میگردد، این‌شدت جریان‌نیزبوسیله یك موتورکوارتزدار ایجاد میگردد.

دور موتـور ثابت بوده و بـاعث‌گردش استوانـهٔ ثبات می‌گردد .

دستگاهی سرعت آنرا به $\frac{۱}{۶}$ سرعت موتور تبدیل می‌نماید یعنی استوانه درثانیه ۵ دور چرخیده و به‌این‌ترتیب هریك دور را در ۰/۱۲ ثانیه طی میکند .

میدانیم ساعت نیزدرست بفاصله ۲/. ثانیه باید بزند.

هردوری‌که استوانه ثبات میگردد ، روی‌کاغذ میلیمتری نقطه‌ای گذارده میشود .

دستگاه طوری تعبیه شده است‌که هنگام گردش استوانه ثبات، دستگاهی‌هم بدنبال‌محور آن‌قرارگرفته به‌متابعت‌ازاستوانه ثبات میگردد.

دردستگاه‌مذکور(۱) زنجیری قرار داردکه زنجیر تنظیم ساعت ها نامیده میشود. تنظیم وکنترل ساعت به‌وسیلهٔ این‌قسمت انجام میگیرد .

اگرساعت جلو یاعقب‌کارنکند یك ردیف نقطه دنبال هم ودریك راستاروی استوانه ثبت میشود .

اگرساعت جلو یا عقب‌کارکند این‌خط نقطه‌چین منحنی شکل خواهد بود، و ازروی شکل منحنی دروضع ساعت‌قضاوت می‌گردد.

مدت‌کنترل ساعت‌ها به‌کمك این دستگاه، هیچگاه از۳۰ ثانیه تجاوز نمیکند .

میکروسکوپ زمان

نوعی دستگاه نوری برای تنظیم ساعت بکار میرودکه میکروسکوپ زمان نامیده میشود .

اگرسرعت حـرکت جسمی از حد معینی تجاوزکـند ، بیحرکت به‌نظر میرسد. هرگاه تصویری باسرعت بیش‌از۱۶ بار درثانیه حرکت‌کند ساکن‌به‌نظرمیآید .

1- (PPTch-4)

باا ستفاده ازاین‌خاصیت یکردیف عکس‌راکنار هم‌گذارده وبا سرعت ۲۴ بار درثانیه‌آنها را حرکت میدهند ، تغییرمکان عکس‌ها بنظر نمی‌آید .

درسینما نیز ازاین خاصیت استفاده شده است .

درجریان متناوب‌که لامپ‌ها باسرعت ۱۰۰ مرتبه درثانیه روشن و خاموش میشوند ، به‌نظر انسان چراغ همیشه روشن است .

اگر قسمتی از صفحهٔ دایره شکلی را سیاه نموده و آن رابه‌وسیلهٔ دسته‌ای شعاع نورانی‌روشن وخاموش‌کنیم، درصورتیکه دفعات روشن‌وخاموش شدن؛ بادوران صفحه منطبق باشد صفحه بیحرکت به‌نظر میرسد. زیرا سرعت طوری تنظیم‌شده است‌که وقتی چراغ‌روشن میشودلکه‌سیاه درمحل معینی‌به‌نظرمیرسد.

مجدداً وقتی صفحه روش میگرددکه لکه سیاه به محل فوق‌الذکررسیده‌است . به‌این جهت‌فقط لکهٔ‌سیاه درزمان‌روشنائی درمحل مخصوص‌دیده‌شده وصفحه‌ساکن به‌نظرمیرسد.

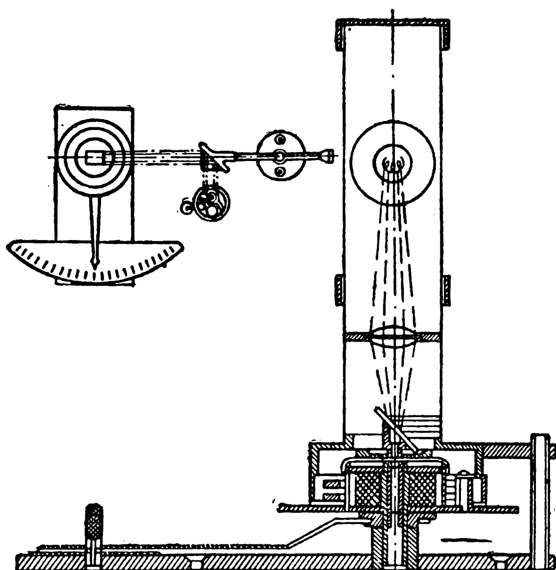
اگرسرعت صفحه دوار وچراغ بایکدیگر اختلاف‌داشته باشد صفحه درحال‌گردش به‌نظرمیرسد.

هرگاه سرعت روشن و خاموش شدن درست دو برابر سرعت صفحهٔ‌دوار باشد دریك لحظه دولکهٔ سیاه روی‌صفحه‌دیده میشود .

ازاین‌خاصیت درتعیین زاویه‌وحرکت اجسام‌دوار استفادهٔ میگردد.

روش بالا نیز مانند بسیاری از روش‌های نورانی‌دقیق و صحیح است .

ذره‌بین زمان (مطابق‌شکل۲۵) ازقسمت‌های زیر تشکیل شده است :



(شکل ۲۵) ذره‌بین زمان)

یك آئینه و موتور کوچکی که دارای حـرکت یکنواخت بوده وتحت تأثیرجریانی باشدت معلوم قراردارد .

آئینه یك شعاع نورانی برای‌بررسی حرکت ساعت روی لنگر آن میاندازد .

شدت دفعات‌روشن وخاموش شدن نورآئینه درست‌مطابق حرکت معمولی‌نوسان‌های صحیح است .

پس‌اگرساعت درست‌کار کند ، حرکت لنگر بنظر نمیآید لیکن‌اگر‌بین‌حرکت لنگرساعت ودفعات روشن وخاموش شدن ، اختلافی باشد ، بخصوص وقتی‌که دامنهٔ نوسان لنگر کم

باشد تصویر آن میلرزد .

ازروی تغییرمکان تصویر لنگرعقب یاجلوکارکردن‌ساعت را می‌شناسند . اگرسرعت یکی چندبرابر دیگری‌باشد ، دو یا چند تصویرازلنگرساعت دیده میشود.

کمترین تغییرلنگرکه قابل درك باشد زاویهٔ برابر ربع درجه استکه ازنظر زمان مساوی $\frac{۱}{۵}$ ثانیه انحراف در روز است .

مرتب‌کردن ساعت باحرکت دادن عقربه تنظیم ساعت‌که در پشت خزانه آن تعبیه شده انجام میگردد . ومجدداً بکمك ذره‌بین زمان ساعت را مورد دقت قرار میدهند .

ساعت را میتوان آسان ودراسرع وقت منظم‌کرد .

دستگاههای ثبت مخصوص برای‌کنترل حرکت ساعت و مشاهدهٔ تغییرات حرکت‌آن و تعیین اندازهٔانحراف آن وغیره تعبیه وساخته شده است .

۷

واحدهای اندازه گیری و نمونه‌های واحد

اندازه گیری طول عبارت ازمقایسهٔ کمیتی است با کمیت دیگر که از یك جنس باشد.

مثلاً وقتی میخواهندطول پارچه‌ای راحساب کنند؛ معمولا آنرا با طول مقدار معینی از همان پارچه که متر نامیده میشود مقایسه میکنندومیگویند که چندبرابر واحدانتخاب‌شده است.

طول عمر آدمی‌را نسبت به‌طول قسمتی از زمان که سال خوانده میشودمی‌سنجند تاکنول ملل مختلف واحدهای متفاوتی برای درازا انتخاب کرده‌اند به‌عنوان مثال چند نمونه زیر را میتوان ذکر کرد .

(یك تیر رس) مسافتی است که تیر کمان‌طی می کند.

(یك منزل) راهی که ازطلوع آفتاب تاغروب طی میشد .

ذرع معادل یك متر وچهارصدم متر.

آرشین (ذرع ترکی) وپا وغیره .

با علم به‌اینکه واحدها همه ازیك جنس نیستند و شرائط کمیت آنها یکسان نیست؛ تبدیل آنها بیکدیگر نمیتواندکارآسانی باشد .

مثلاً واحد طول در انگلستان پا (۱) است که مأخذ آن دیوارمعینی ازموزه معروف انگلیس به‌نام‌هتل دومونه (۲) بوده که براثر آتش‌سوزی از بین رفته است . و دیگر نمیتوانندآنرا به‌طور دقیق‌بسنجند .

این نوع واحد ها ایجاد اشکال کرده و در علوم وصنایع بصورتهای غیرقابل قبولی در میآیند .

ایجادواحدهائی که‌معیار ومنشاء صحیح‌داشته باشند همیشه مورد توجه دانشمندان استو و مخصوصاً سعی کرده‌اند واحدها بر حسب ابعاد زمین و یا حرکت آن تعیین شود. چنانکه واحد طول را متر قرار داده‌اند وآن $\frac{۱}{۴۰٬۰۰۰٬۰۰۰}$ نصف‌النهاری است که از پاریس میگذرد، و واحد وزن کیلوگرم انتخاب شده که برابر وزن یك دسیمتر مکعب‌آب مقطر در ارتفاع هم‌سطح دریا و در عرض منطقهٔ معتدله و درجه حرارت معمولی است.

بالاخره واحد زمان ثانیه قرار داده شده که مساوی $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ شبانه روز خورشیدی در منطقهٔ معتدله است .

پس واحد زمان مربوط به‌حرکت زمین‌میباشد؛ و مبنای ساعت هائی که برحسب واحد بین‌المللی تنظیم شده‌کاملاً اساس طبیعی دارند ؛ زیرا بر دو مبنای زمین و خورشید ساخته شده‌اند .

یکبار گردش زمین به دور خورشید یکسال شمسی نامیده میشود شبانه روز خورشیدی به‌مدت زمانی گفته میشودکه‌درآن فاصله دودفعه خورشید دراوج آسمان باشد .

ازروی تغییرمکان ظاهری‌خورشید میتوان ساعت راتعیین کرد .

1- Foot 2- Hotel des Monnaies

متأسفانه استفاده از حرکت زمین به‌دور خورشید برای محاسبهٔ دقیق زمان با اشکالات فراوانی مواجه میشود . زیرا مدار گردش زمین به‌دور خورشید دایره نبوده وتقریباً بیضی است . و محور زمین (محور حرکت وضعی) نسبت به‌این سطح مدار مایل است.

حرکت زمین به‌دور خورشید یکنواخت صورت‌نمی‌گیرد. موقعی‌که زمین به‌خورشید نزدیکتر میشود حـرکت سریعتر؛ و بهمان‌نسبت‌زمانی‌که از خورشید دورتراست حرکت‌کندتر دارد.

به‌این طریق درجریان سال طول روز به‌طور ثابتی زیاد میشود . و فقط یك صفحهٔ ساعت آفتابی میتواند وضـع روز را با دقت‌معین‌کند .

هیچ‌ساعت مکانیکی نمی‌تواند این تغییر وتحول پیچیده راکه هیچگاه یکنواخت نیست نشان دهد .

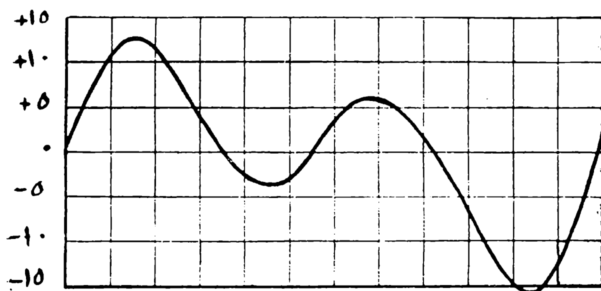
راه حلی‌که برای این مسأله پیدا شده اینست‌که بـرای محاسبهٔ زمان روزمتوسط را حساب‌کنند وبه‌جای روزخورشیدی قرار دهند.

روز خورشیدی باتغییر فصول‌متغیراست وحال آنکه روز متوسط می‌تواند برای تمام سال ثابت باشد .

در واقع روز متوسط عبارت از طول روزی است‌که از تقسیم تمام ساعات سال برتعداد روزها بدست آمده است .

ازنظر نجومی معادلهٔ زمان را طوری ترتیب میدهندکه درهرلحظه با قراردادن ضریب های معینی در آن میتوانندروز خورشیدی‌را حساب‌کنند ودراین معادلهٔسادهٔ جبری ازروی‌روز متوسط ؛ روزخورشیدی محاسبه میشود .

در واقع معادلهٔ زمان معادلهٔ منحنی مخصوصی است . (شکل۲٦)



(شکل ۲۶) منحنی معادله زمان

طبق این منحنی زمان دارای نقاط ماکزیمم اصلاحی ۱۴/۵+ دقیقه میباشد که به اواسط ماههای فوریه است. دراین منحنی نقطهٔ مینیممی که منفی نشان داده میشود ۱۶/۳ ـ دقیقه ومصادف با اوائل‌ماه نوامبر است .

درهرسال‌چهار مرتبه یعنی ۱۵آوریل ، ۱۴ ژوئن، اول سپتامبر و۲۴ دسامبر منحنی زمان درست با روز متوسط تطبیق دارد ؛ یعنی‌نه چیزی از آن‌کاسته شده ونه چیزی به‌آن اضافه میگردد .

واحد زمان ثانیه است‌که برابر $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ روز متوسط خورشیدی است .

همانطوریکه درسیستم MKS واحد وزن کیلوگرم و واحد طول متراست واحد زمان نیز ثانیه میباشد .

اگرسیستم دیگری مانند CGS را درنظر بگیریم‌که در آن واحد طول‌سانتیمتر واحدجرم گرم است بازهم واحد زمان ثانیه میباشد.

این‌واحدها مورد قبول‌همه بوده و دربیشتر ممالك مورد پذیرش وعمل قرار گرفته است.

باوجود این بعداز اولین‌اندازه گیری نصف‌النهار ناچار شدند درواحد زمان‌هم تجدید نظر کنند.

این اصلاح پس از اصلاحاتی‌که در واحـد طول صورت گرفت ومترقانونی؛ ودر واحد وزن‌کیلوگرم قـانونی به‌وجود آورد انجام یافت .

وبدنیست درآینده بازهم این اصلاحات تجدید گردد ·

بنابر آخرین اندازه گیری ها تاکنون واحدهای درازا ووزن تغییری‌نکرده وتصمیم دارندآنها را نیزمانندسایرواحدها که قبلاً ساخته‌اند بسازند.

واحدهای قانونی نظیر متر و کیلوگرم از آلیاژپلاتین وواریدیوم ساخته شده‌اند . ودرجعبه‌ای‌که همیشه درجه‌حرارت آن ثابت است نگهداری شده وهیچگونه تغییر نمیکنند .

گرچه نمیتوان گفت وزن این واحد ها بی تغییراست ؛ لیکن بااینکه درحدود صدسال ازتاریخ نگهداری آنها میگذرد تغییروزن بقدری‌کم بوده‌که میتوان ازآن صرفنظر کرد .

هرگاه واحدزمـان به‌میان میآید؛ به‌صورت مشکل‌تازه‌ای دیده میشود .

ساعت های آفتابی وشمعی، حتی‌آونگ ها و ساعت هائی که درساختمان‌آنهاراازسنگهای‌کوارتزوجریانهای برق‌استفاده شده نمیتوانند واحد زمان را آنطورکه هست نشان دهند .

قوانین و قرار دادهای تعیین زمان نیز صد درصد ثابت نمی‌مانند .

واحد زمان نسبت به‌واحدهای دیگرکاملاً جدید است .

ومحاسبهٔ‌زمان برمبنای‌زمین ـ خورشید قدیمی‌تر ازسایر سیستم ها است .

استفاده از واحد زمان برحسب گردش وضعی زمین هم‌در موارد زیادی دارای اشکال است . یعنی با وجودیکه تاکنون ثابت شده‌که حرکت زمین‌درمدارانتقالی یکنواخت نیست ، باز طول روز برای مدارات مختلف زمین‌یکسان نمیباشد .

اگرماه مبنای تقسیمبندی قرار گیرد اشکال دیگری‌پیدا میشود ؛ زیرا مطابق مشاهدات نجومی حرکت ماه هم بی‌نظمی های فراوان دارد وسایر ستارگان‌هم در تعیین سرنوشت زمان برای زمین نمی‌توانند چندان مستند و دقیق باشند .

پس‌بایدعلت‌کلیهٔ اختلافات را درخود زمین جستجو کرد نه‌درماه یاستارگان دیگر، زیرا حرکات آنها نمی‌توانندبرای حرکت زمین‌ملاك ومأخذ باشند. یعنی تغییر سرعت زمین را ما تغییرسرعت‌های‌کیهانی تصور میکنیم.

اکنون نظریه(سرعت زاویه‌ای گردش زمین‌به‌دور خودش ثابت است) رد شده است . ومتوجه شده‌اند‌که برای حل‌مسائل مشکل‌علمی وفنی باید زمان و تقسیمبندی آن صحیح باشد .

برای این‌کار پیشنهاد شد، ساعتی بسازند‌که به‌طور یك‌نواخت وبی‌توجه به‌گردش افلاك بتواند زمان‌را محاسبه‌کند و یالااقل برای ده‌ها یا صدها سال‌کافی‌باشد و به‌آن‌وسیله بتوانند تغییرات‌غیرعادی زمین‌را از نظر تندی یا کندی حرکت تشخیص داده و محاسبه نمایند.

متأسفانه تااین‌اواخر هیچگونه وسیله‌ای جزهمان واحد زمان‌که در تقسیمبندی حرکات وضعی و انتقالی زمین حاصل میشود برای‌محاسبهٔ زمان دردست نیست چون‌گردش زمین‌مستقل ومشخص نیست وطول مدت حرکت آن‌همواره ثابت نمی‌ماند ؛ لذا درجستجوی‌تهیه وسائلی هستندکه راه صحیحتری درمحاسبه وتقسیم زمان نشان دهد.

درفصول‌آینده این مطلب‌را دنبال خواهیم‌کرد.

۸

ساعت اتمی

((معیارهای اتمی))

دیر زمانی است که درصنعت از نیروی اتم استفاوه میشود و مدتی است که این نیرو در صنعت انـدازه گیریها نیز بکار میرود .

وقتی که کارخانه‌های بزرگ وسائلی ازقبیل اتومبیل وساعت و غیره میسازند؛ این تصور پیش می‌آید که چون اساس وساختمان این ماشین‌ها یکی است؛ همهٔ آنها مثل هم میباشند. وحال آنکه این تصوردرست نیست .

بین هزاران وسیله که از یك سری ساخته میشوند اندك اختلافی موجوداست. درمیان میلیونها ساعتی که به‌وسیله کارخانه ساخته میشوند هرگز دوساعت ازهرلحاظ شبیه هم نیستند وحال آنکه همهٔ آنها از یك سری و یك سیستم بوده و ازیك نوع فلز ساخته شده‌اند. بنابراین تنظیم هریك ازآنها باید به‌طورجداگانه صورت گیرد .

می‌توان گفت مواد اولیهٔ صنعتی نیزهرگز نمی‌توانند کاملاً

یك جنس و ازیك‌نوع باشند.

وحال آنکه دردنیای ذره‌ای‌هماهنگی ویکنواختی خاصی حکومت میکند . درحال عادی؛ در ساختمان اساسی یک اتم معین هیچگاه‌نمی‌توان دوالکترون ویادوپروتون‌اضافی‌یافت.

هر اتم با عده معینی الکترون و نوترون مشخص میشود که همواره هماهنگ بوده و ساختمان یکنواخت دارد .

مولکول‌ازاجتماع چنداتم‌که قطعاً شبیه هم‌هستند تشکیل شده زیرا اضافی‌ساختمان اتمی‌آنها همانند است.

اگر بخواهیم باثبات‌ترین نوسانات و حرکات موجی‌را با سیستم میکروسکوپی اتم‌ها یا مولکول ها مقایسه‌کنیم دچار وحشت میشویم . زیرا اختلاف آنها فوق‌العاده زیاد است.

اگر ساعت بسیار دقیقی‌را از شهری به‌شهر دیگر مثلاً ازمسکو به‌تاشکند ببریم بدون‌اینکه‌کمترین تغییری درساختمان آن داده‌باشیم، علاوه براینکه دروزن وطول واندازه عقربه‌ها اختلاف پیش میآید بلکه این ساعت از نظر حرکت دچار چند دقیقه اشتباه در شبانه‌روز خواهد شد. لیکن اختلاف حرکت یا گردش الکترونهای ذرات یك جنس در شهری با شهر دیگر بسیاربسیار ناچیزخواهد بود.

باتغییرآب وهوا یا اوضاع ناحیه‌ای اختلاف‌های زیادی ایجاد میشود.

مثلاً وزن‌مخصوص‌آب درستاره‌مصاحب‌شعرای‌یمانی (۱) ۳۰/۰۰۰مرتبه زیادترشده و وزن درآنجا ۱۰۰۰ مرتبه نسبت به‌خورشیدو ۳۰۰۰۰مرتبه نسبت به‌زمین افزایش‌میبابد وتغییرات شدت نوسانات مولکولی آشکار میگردد .

1– Sirius

آونگی که یکبار در دقیقه میزند در مصاحب شعرا ۱٤۰ مرتبه نوسان‌می‌کند.

شدت نوسانات مولکولی آمونیاك به‌اندازهٔ ده هزارم در این‌سیاره تغییرمی‌نماید.

سیستم اتمی نسبت به مقیاسات دیگر ممتاز و حائز کمال اهمیت است .

در مقیاسات اتمی، طول موج قرمزدا درطیف شمسی‌اتم کادمیوم واحد مقیاس قـرار داده‌اند؛ در نتیجهٔ‌آزمایش هـا و تجربیات‌فراوان‌طول‌این موج‌را برابر٦٤۳۸/٤٦۹٦انگستروم که معادل۰/۰۰۰٦٤۳۸٤٦۹٦میلیمتراست‌بدست‌آورده‌اند.

دریك شورای بین‌المللی تصمیم گرفته شدکه درواحدهای معمولی‌تغییری داده نشود. لیکن دراندازه‌گیریهای فوق‌العاده دقیق ازاین واحد استفاده‌گردد .

پس به‌اینوسیله برای اندازه‌گیری طول‌موج واحدی‌پیدا شدکه هیچگونه ارتباطی با زمین نداشته و اساس آن برحسب ساختمان اتمی عنصرتنظیم شده است .

استفاده از نوسانات اتمی در محاسبهٔ زمان، یعنی تبدیل آنها به سیستم‌های مکانیکی‌که امروزه از وسائل اندازه‌گیری زمان هستند، فوق‌العاده دشوار است .

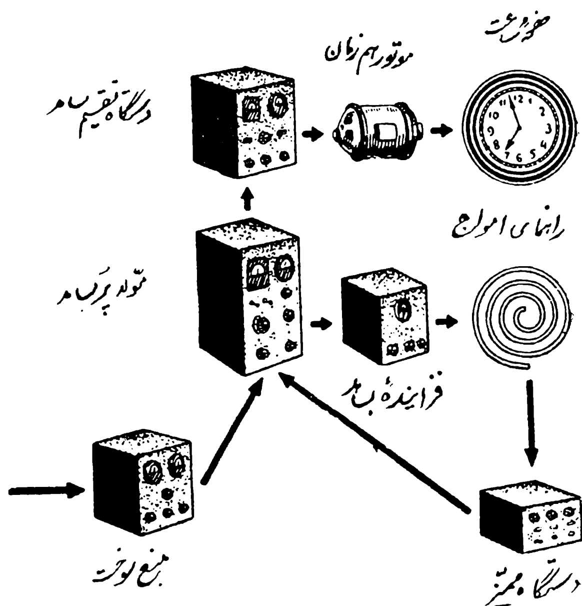
زیرا دریك مولکول نوسانات اتمی بسیارکوتاه؛ لیکن کاملاً منظم است‌پس استفاده ازاین سیستم (سیستم مولکولی) می‌تواند محاسبهٔ زمان را برمبنای صحیحی قرار دهد.

با استفاده ازاین روش ساعتی به‌نام ساعت اتمی اختراع شد .

ساختمان ساعت اتمی

ساعت اتمی از قسمت های زیر تشکیل شده است :

مولدی که به‌کمك یك‌ورقه ازکوارتزدارای شدت بسیار است، دستگاهی کـه شدت را افزایش می‌دهد، و یك‌لوله مسی مارپیچ بطول ۱۰ مترکه محتوی بخار آمـونیاك است، و یك دستگاه ممیز (همواره اشتباه دستگاه وجریان را نشان میدهد) دستگاه‌تقسیم‌کن شدت جریان ویك ساعت الکتریکی که حرکت عقربه‌هایش به‌وسیلهٔ موتوری یکنواخت میگردد . (مطابق شکل ۲۷) .



شکل۲۷ـ طرح ساعت اتمی

در ساعت‌های آونگدار معمولاً شدت نوسان کم؛ (یك تا دو بار در ثانیه) وچنین دستگاهی قادر نیست که اختلاف موتور یا بی نظمی مکانیکی ساعت را نشان دهد. لیکن هریك از این اختلافات در حرکت آونگ مؤثر بوده و وسیله‌ای که اثر آنها را مستهلك کند وجود نداشت . در نتیجه خواه ناخواه عقربه کمی کند یا تند حرکت میکرد. در ساعت اتمی کار آونگ (که در واقع تنظیم کننده حرکات ساعت است) بعهدهٔ مولکول های آمونیاك میباشد.

دراین ساعت نوسان ملکول‌های آمونیاك بوسیله جریان الکتریکی انجام میگیرد .

جریانی که توسط مولد با بسامد (فرکانس) زیاد ایجاد میشود، پس‌از اینکه موتور حداکثر جریان‌را پیدا نمود وحرکت تند وشدید ودرعین‌حال دورثابت‌داشت نقش ورقه کوارتز ظاهر میشود زیرا باید این جریان‌را به‌طور کاملی تثبیت کند. مسلم است که ورقه کوارتز پیزوالکتریك هیچگاه نمی‌تواند به‌شدت ملکول‌های آمونیاك نوسان‌ایجاد کند، لیکن وجود مولد الکتریکی که حد اکثر شدت‌را دارا است‌دراین‌بین به‌ورقه کوارتز کمك می‌نماید.

درچنین دستگاهی شدت مولد چند صدهزار دور درثانیه است. (۲۰۰/۰۰۰ تا ۳۰۰/۰۰۰ موج) بالاخره‌به کمك دستگاه تقویت‌کننده دیگری شدت جریان فوق‌العاده میشود یعنی در حدود ۲۴ میلیارد درثانیه‌میگردد. این‌جریان به‌طرف لوله مملو ازآمونیاك میرود. درواقع‌اساسی‌ترین قسمت‌ساعت‌اتمی لوله ۱۰ متری آمونیاك است. زیرا این جریان متناوب الکتریکی باید از مسیر آمونیاکی عبور کند، یعنی لوله آمونیاکی محل عبور انرژی فوق‌العاده است .

آمونیاك دارای خاصیت‌هدایت‌الکتریکی است‌ولی‌انتشار

جریان با شدت زیاد در تمام سطح آن نمی‌تواند صورت گیرد؛ در صورتیکه جریان برق باشدت کم درتمام سطح آن انتشار می‌یابد .

چون‌سطح مقطع های بزرگ وطول موج های‌الکتریکی بسیار کوچك‌اند لذا اتلاف انرژی درطول هادی‌کم میشود . در صنعت‌که جریان متناوب باشدت ۵۰ تناوب درثانیه است، برای اینکه درعبور جریان ازسطح بیشتراستفاده‌کرده وصرف‌انرژی کاهش یابد ازسیم های توپراستفاده می‌کنند.

وقتی‌جریان متناوبی‌باشدت زیاد ازهادی عبورکند نتیجهٔ فعل وانفعال اختصاصی‌روی‌می‌دهد، زیرا جریان‌به‌طوریکنواخت درتمام سطح مقطع پخش‌نشده بلکه فقط ازسطح روئی‌آن عبور می‌نماید (عمل‌غشائی) پس‌دراین موارد اگرداخل‌سیم هم‌ازمواد هادی‌باشد بی‌فایده است زیرا قسمت سطحی‌خود نقش هدایت را به‌نحواحسن انجام میدهد. به‌این‌جهت در ساختمان سیم‌پیچ‌های بوبین رادیو ازسیم‌های توخالی استفاده شده است.

برای انتقال جریان باشدت بسیار زیاد(درسلسله متری یا سانتیمتری) بجای رشته‌ای‌که ازیك جفت سیم‌توخالی تشکیل شده‌باشد؛ کافی‌است فقطیك سیم‌توخالی‌که درداخل‌آن رشته‌ای تعبیه شده است بکار برده‌شود، یکی‌ازاین‌سیم‌ها نقش‌بردن‌جریان ودیگری‌آوردن آن‌را بعهده‌خواهند داشت. وبین‌آنها نیزانرژی مغناطیسی ایجاد می‌گردد.

درجریانهائی‌که موج‌کوتاه‌دارند نمی‌توان ازاین‌نوع‌سیم استفاده‌کرد . زیراانرژی‌ازدست رفته‌زیاد خواهد شد. معمولاً دراین‌موارد دستگاهی‌به‌نام (نگهدارندهٔ امواج) بکاربرده‌می‌شود که‌عبارت ازلوله‌ای توخالی‌که‌جریان‌را به‌طور قائم‌منتشرمیکند به‌این‌طریق نیروی‌مغناطیسی ایجادشده ومصرف انرژی درطول

حط به‌حداقل میرسد .

حال اگر این‌لوله از بخار آمونیاك پرشده باشد (مورد استفاده این‌دستگاه درساعت اتمی) امواج‌در آن منتشر میگردند وموجب تموج مولکول‌های آمونیاك نیزمیشوند .

انتشار این امواج در آمونیاك به‌حداکثر می‌رسدوامواج آمونیاك باامواج جریان متناوب‌موتور که درجدار لوله‌جریان دارد برخورد می‌نمایند وجذب انرژی این‌دستگاه زیاد میشود. ودر نتیجه ارتعاش به‌حداکثر میرسد.

برای تنظیم وتثبیت جریان‌برق دستگاه‌تثبیت کننده مورد استفاده قرار می گیرد. این تثبیت‌کننده ازجنس کوارتز بوده و در مدت زمانی‌که عمل ثبت ادامه دارد خاصیت‌های الکتریکی تغییر میکند .

به‌عکس‌خاصیت انتشار، مولکول‌های آمونیاك‌عوض نمیشود باین علت نوسانات آنها ادامه مییابد. این دستگاه تنظیم‌کننده را برای اطمینان ازاعمال مشابه آنها قرارمیدهند .

به‌محض‌اینکه موج‌های حاصل‌ازنیروی مغناطیسی باامواج ناشی از مولد یعنی امواجی‌که ازحرکت ملکول های آمونیاك حاصل میشوند اختلاف پیداکردند ، دستگاه‌ممیز اشتباه‌را نشان می‌دهد .

سپس به‌وسیله دستگاه علامتی به‌مولد فرستاده میشودکه حرکت‌آنرا تند یاکندکند یعنی‌امواج‌را منظم‌می‌نمایدتا باامواج ناشی ازحرکت ملکول های‌آمونیاك تطبیق داشته باشد.

دراین روش شدت مولدکه متناسب زمان است وابستگی به‌شدت نوسانات مولکول‌های آمونیاك دارد.

تغییرمکان عقربه دراین‌ساعت (ساعت‌اتمی) بادستگاههای واسطه‌ای صورت میگیردکه ازچند تقسیمکن تشکیل شده وطی

چندین مرحله شدت راکاسته وبه ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دور درثانیه می‌رسانند.

این جریان که شدت کمتری‌دارد وسیله گرداندن توربینی می‌شودکه به عقربه‌ها حرکات کاملاً متشابه می‌دهد.

ساعت های اتمی همه دارای حرکات یکنواخت میباشند، زیرا ساختمان مولکولی آمونیاك درهمه جا یکی‌است‌وهیچگاه اتلاف نداشته وعوامل محیطی‌نیز بر آن مؤثر نیستند.

تحقیقاتی که درشوروی درزمینه پیشرفت ساعت های‌اتمی صورت گرفته اهمیت‌کار این ساعت را به ثبوت رسانیده است . وبه‌وسیله‌آن‌توانسته‌اند زمانی‌مساوی چند میلیونیم ثانیه را نیز ضبط کنند.

لذااین‌ساعت را برای‌نگهداری زمان حدفاصل‌دو رؤیت به‌خوبی‌بکار می‌برند. لیکن‌هنوزنتوانسته‌اند ساختمان‌آنرا کوچك ومحدود سازند.

اهمیت این‌ساعت وقتی بیشتر می‌شودکه بتواند مستقلاً بدون درنظر گرفتن رؤیت های نجومی درمحاسبهٔ زمان به‌کار آید .

ساعت‌های اتمی ازنظرنوسانات به‌مراتب دقیق‌تر ومنظم‌تر ازآونگ‌های‌ساعت‌های نجومی ویانوسانات کوارتز درسیستم‌های زمین‌وخورشید می‌باشند.

به‌این‌وسیله میتوان چرخش زمین‌را به‌دور خود(حرکت وضعی) دقیقاً محاسبه‌کرد وعلت بی‌نظمی این گردش را معلوم داشت .

این‌برای علم امروز مطلب جالب وتازه‌ای خواهد بود.

۹

واحدی برای سنجش زمانهای کوتاه

دریکهزارم ثانیه چه کاری می‌توان انجام داد ؟

دقت دراندازه گیری‌های صدم یاهزارم ثانیه دربدو امر بیهوده بنظرمیرسد. زیرا این سؤال پیش‌می‌آید که دراین مدت کوتاه‌چه‌کاری‌می‌توان انجام‌داد واگردراین‌زمان کوتاه‌نمی‌توان کاری انجام داد، پس‌چگونه می‌توان مدت‌را اندازه گرفت؟

حتی وقتی که برای روشن کردن یك‌سیگار صرف‌می‌شود ازچند صدم ثانیه‌تجاوزمی کند باهمهٔ اینها اندازه گیری‌زمانهای بسیارکوتاه امکان داشته وبسیار قابل‌اهمیت است.

لحظهٔ توفیق یك‌قهرمان خیلی کوچکتراز ثانیه بوده ودر مسابقات یك‌ثـانیه وقت کمی‌نیست.

یك دونده درمدت یك ثانیه بین۵تا۱۰متر راه طی‌میکند واین‌رقم برای‌ثانیه کوچك نیست .

یعنی‌دونده درهرچند صدم ثانیه یك‌قدم برمی‌دارد. بیشتر

پیروزی‌ها باچند قدم حاصل می‌شود.

یعنی سرنوشت یك مسابقه بهصدم ثـانیه‌ها وابسته است .

یك دونده قهرمان ماهها بلـکه سالها زحمت می کشد تا فاصلهٔ معینی‌را فقط چندصدم ثانیه زودترطی کند .

وسائل موتوری مخصوصاً هواپیما و مته های الکتریکی بیش‌ازچند هزاردور دردقیقه می‌زنند در هر دور موتورکارهای مختلف وپیچیده‌ای صورت میگیردکه برای بهبود و افزایش کار موتور لازم است آنها را بشناسیم .

مثلاً درمدت بین‌دوحرکت محور موتور چهارگاه کار-هائی‌به‌شرح زیرانجام می گیرد:

تنفس ، تراکم ، انفجار وتخلیه .

برای ایجاد فشار باید قطعات مختلف مکانیکی تغییرات زیادی بکنند وهمهٔاین تغییرات درچندصدم ثانیه انجام می گیرد.

درمورد موتورهای بادور باز (موتور بااحتراق داخلی) می‌توان توپ‌را مثال‌آورد. علت اینکه موتورها را با دور باز می‌نامند ، این‌است‌که‌کارفقط یکبار انجام می گیرد ، یعنی عمل ایجاد فشار وحرکت تکرار نمی‌شود .

مطالعهٔ حرکت‌گلوله های سربی درداخل وخارج گلوله توپ برای متخصصین‌که می‌خواهند قدرت آنرا افزایش دهند فوق‌العاده مفید است .

بنابراین‌باید کارهائی مطالعه شوندکه فقط درچندهزارم ثانیه انجام‌می گیرند. پس‌دستگاه‌اندازه گیری‌باید به‌مراتب‌سریعتر عمل‌کند تا بتواند عملیاتی راکه درچند هزارم ثانیه رخ‌می‌دهد ثبت نماید .

غیر از عبورگلوله از دهانهٔ توپ ؛ کار هـای دیگری هم

وجود داردکه انجامشان در چند هزارم ثانیه بلکه کمترصورت می گیرد .

نمونهٔکاملی این نوع حرکات سریع ، حرکت توربین و دوران ملخ‌هواپیما ویاحرکات قسمتهای مختلف یك ماشین برقی وغیره‌است.

امروزبرای اندازه‌گیری زمانهای کوتاه وسرعت اجسامی که سرعت فوق العاده دارند وسائل و روش های خاصی بکار می برند .

زمانگار جرقه‌ای

زمانسنج های معمولی می‌توانند تایکدهم ثانیه‌را محاسبه نمایند؛زمانسنج الکتریکی عقربه دارکه حرکت قطعات گردندهٔ آن به‌وسیله موتور صورت می گیرد، می‌تواند تا یکصدم ثانیه‌را نشان بدهد .

مطالعه‌های زیاد به‌کمك‌دستگاههای مکانیکی به‌سبب‌وجود انرسی اجسام (۱) دچار اشکال‌می‌گردد. زیرا برای‌به‌حرکت آوردن یا تغییر جهت حرکت ، باید نیروی زیادی بکارانداخت

قطعاتی‌که وزن‌آنها ازچند دهم‌گرم‌تجاوز نمی‌کند برای اندازه گرفتن هزارم ثانیه ها سنگین‌بوده وانرسی‌آنها نیززیاد است .

به‌این‌دلیل دستگاههای‌اندازه گیری‌که ازعقربه‌هاوچرخ‌دنده‌ها تشکیل‌شده‌اند ، هرچه ظریف ونازك ساخته شوند ، باز به‌کاراندازه گیری‌کمتر ازصدم ثانیه نمی‌آیند.

1- Inertie de fieces

معمولاً برای اندازگیریهای دقیق‌تر ، وسائل الکترو ـ مکانیك زمانگار جرقه‌ای که بیشتر مورد استفاده توپخانه و اندازگیری سرعت گلوله‌ها است به‌کار می‌برند .

برای توپچی لازم‌است که بداند سرعت گلوله‌ها وانفجار توب چقدر است .

برای حل این مساله کافی‌است که زمان عبور گلوله‌را از دونقطه معین حساب کند. برای تعیین سرعت گلوله دوچیز باید مورد توجه باشد.

۱ـ علامتی که عبور گلوله را از دونقطه معین نشان دهد

۲ـ محاسبهٔ زمان بین‌دوعلامت.

برای حل قسمت‌اول‌مسأله باید درنقاط ابتدائی‌وانتهائی مسافت هائی که بهتراست از چند مترتجاوز نکنند دستگاههائی تعبیه‌کرد که لحظهٔ عبورگلوله را ازدونقطه نشان دهند.

برای اینکار وسائل مختلفی وجود داردکه ممکن است الکتریکی ، مکانیکی ، سمعی ویا نورانی‌باشد.

۱ـ دستگاه گیرنده الکتریکی‌سولنوئید (۱) ازبوبینی با قطر زیاد و رشته‌های فلزی که به‌جریان برق مربوطند تشکیل شده است .

وقتی که گلوله سربی‌ازداخل بوبین می گذرد (مثل‌اینست که یك قطعه‌آهن‌را دریك لحظه از داخل‌پیچه عبورداده باشیم) وضع‌جریان درآن تغییرمیکند .

این تغییر وضع عبارت از تغییر شدت جریان و اختلاف پتانسیل است‌که می‌تواند برای عبور گلوله علامت مشخصی باشند .

1- Solénoide

۲ـ گیرنده الکتریکی باصفحهٔ بامبرگ (۱)

درابتداوانتهای فاصله‌ای که گلوله طی‌میکند، چارچوب‌هائی که به‌وسیله رشته های فلزی پوشیده شده‌اند قرار می‌دهند. این‌رشته‌ها بطور موازی یازیگزاك در چارچوب قرار داشته و اغلب جنس آنهارا ازقلع‌انتخاب می‌کنند.

این چارچوب مشبك صفحهٔ پامبرك خوانـده می‌شود. سیم های‌آن‌که دارای جریان الکتریکی است به دستگاهٔ‌سنجش مربوط می‌باشد.

وقتی‌گلوله ازداخل چارچوب‌عبور می‌کند رشته‌ای پاره میشود و علامت قطع در دستگاه سنجش نمودار میگردد. وقتی گلوله از چار چوب دیگر که در انتهای فاصله معین‌شده قرار دارد می‌گذرد، مجدداً علامت قطع جریان در دستگاه سنجش معلوم می‌گردد.

۳ـ گیرنده های الکتریکی سمعی (۲)

برای گرفتن علامات گلوله گاهی‌ازوسائل‌سمعی‌الکتریکی یادوربین‌های مخصوص استفاده میشود.

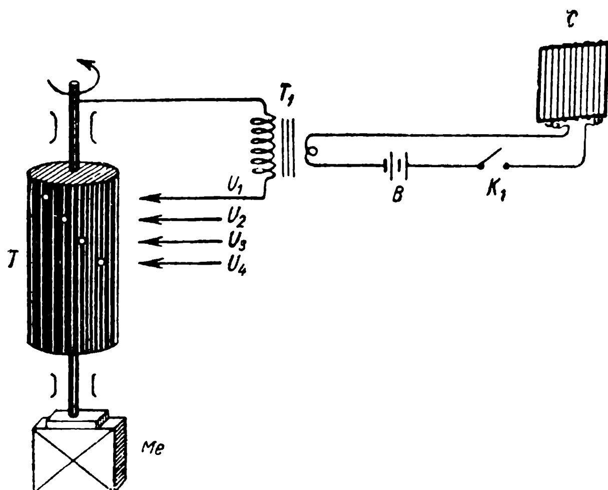
پس‌ازاخذعلامات لازم باید فاصله‌زمان بین‌آن دوعلامت را معین‌کرد.

معمولاً سرعت‌گلوله ها بین ۵۰۰ تا۲۰۰۰ متردرثانیه است. اگرچه فاصله‌ای‌که برای تعیین سرعت‌قرار می‌گذارند ازیك‌تادومتر تجاوز نمی‌کند وزمان‌هم ازچندهزارم ثانیه‌بیشتر نیست.

اگر دقت تایکصدم باشد، باید دستگاه بتواند تاچندصد هزارم‌ثانیه را اندازه بگیرد.

1- Bamberg 2- Electro - Ocoustique

زمانتنگار جرقه‌ای (مطابق شکل۲۸) ازقسمت‌های زیر تشکیل شده است :



(شکل۲۸) زمانتنگار جرقه‌ای

استوانه فلزی T (صاف ویکنواخت و پوشیده از ورقه نازك دوده بوده وسرعت‌فوق‌العاده دارد) که یك الکترد جریان محسوب میشود والکترود دیگر یك رشته سیم نوك تیزاست که بشکل پیکان (u_1) ونزدیك استوانه T قرار دارد.

این استوانه و پیکان u_1 درمسیر جریانی قرار دارندکه از مبدل افزاینده T_1 میآید . مبدل T_1 درفاصلهٔ بین انفجار به‌دستگاه مربوط نیست .

جریان اول مبدل شامل یك مولد (B) ویك‌چار چوب

(که بوسیله رشته‌های فلزی واغلب با رشته های باریك قلع سیم کشی‌شده‌است) میباشد.

اگریکی از رشته‌های چارچوب قطع گردد جریـان در پیچۀ اول مبدل قطع میشود .

در نتیجه، درپیچه‌دوم مبدل جریان شدیدی بادورۀ تناوب زیاد ایجاد شده وبین پیکان u_1 واستوانه تخلیه صورت میگیرد این جرقه‌نقطه‌ای ازصفحه استوانه‌را ازدوده پاك کرده وبصورت لکه سفید درخشانی باقی‌میگذارد .

زمانتگار جرقه‌ای شامل دوچار چوب استکه هرکدام دارای مولد وسیم پیچ جداگانه‌ای هستند. و پیکانهای فلزی‌آنها هم‌که با استوانه باید عمل تخلیه انجام دهند جدا میباشند.وتنها دراستوانه مشترك هستند. وقتی‌تیرخالی شد در مدت‌کوتاهی از چارچوب اولی‌گذشته وبه چارچوب دوم میرسد .

در نتیجه روی استوانه دوار دوبار تخلیه صورت‌گرفته و دولکه سفید بجا میماند.

فاصله این دولکه نمودار زمانی‌است‌که گلـوله سربی از چارچوب اول به‌دوم رسیده است .

درزمانتگارهای جرقه‌ای‌کامل، معمولاً چندین‌چارچوب باپیکانهای متعدد تعبیه کرده‌اندکه هرکدام بجریان الکتریکی مستقلی مربوط میباشند. لیکن‌همه آنها دراستوانه دوار مشترك هستند . باین ترتیب سرعت‌گلوله نه تنها در وهلۀ اول مشخص میشود ، بلکه اختلاف سرعت آنرا نیز در فواصل معین حساب میکنند .

درنمونه‌ای از زمانتگـار جرقه‌ای ، استوانه را به محور موتوری وصل‌میکنندکه سرعت‌آن‌بالغ بر۱۶۰۰۰/ دور درثانیه است .

چنین دستگاهی معمولاً چهار جریان الکتریکی وچهار پیکان تخلیه جداگانه دارد .

دراین استوانه هرمیلمتر فاصله بین دولکه سفید نمودار یکصد هزارم ثانیه است و این حد حساسیت دستگاه میباشد .

اساس‌زمانتکار جرقه‌ای‌استوانه‌سنگین وزنی‌است که‌حرکت دورانی فوق‌العاده سریع دارد.

این سؤال پیش میآید که چرا در حرکات سریع ، انرسی اجسام متحرك سنگین وزن از اندازه گیری زمانهای کوتاه در دستگاههای زمانسنج عقربه‌دار جلوگیری میکند ، وحال آنکه درزمانتکار این‌مانع را ایجاد نمی‌نماید ؟

علت آنرا به‌اینصورت میتوان توجیه‌کرد:

که شروع کار زمانسنج ها باید باحرکت عقربه ها آغاز شده وپایان‌کار سنجش باتوقف عقربه‌ها اعلام گردد. وحال آنکه درزمانتکار جرقه‌ای عمل‌سنجش باآغاز حرکت استوانه شروع نمی‌شود ، بلکه استوانه بحرکت یکنواخت خود ادامه میدهد و هیچگاه لحظه شروع وختم سنجش احتیاج به‌تغییرسرعت‌استوانه ندارد .

دراینجا انرسی استوانه مفید واقع میشود ، زیرا موجب ثابت ماندن سرعت آن میگردد.

اگر بخواهیم زمانهای کوچکتر را اندازه بگیریم باید بتوانیم به سرعت استوانه بیفزائیم وبااین‌وسائل امکان‌چنین‌کاری مشکل است .

امروزه با اصول الکتریکی و الکترونی دستگاههای فراوانی‌ساخته شدهٔ که دارای سرعت فوق‌العاده میباشند .

استفاده از بار الکتریکی خازنها

برای اندازگیری‌زمان حرکت یك جسم دستگاه سنجش باید بمراتب سرعت بیشتری داشته باشد.

با وسائل برق ومکانیك نمیتوان بیش‌از هـزارم ثانیه و در مراحل بسیار دقیق صدهزارم ثانیه فاصله زمانی‌را سنجید. پس برای اندازه گیری زمانهای کـوتاهتر باید از وسائـل برقی استفاده نمود زیراسرعت‌علائم برقی‌ازکلیهٔ وسائل مکانیکی‌بیشتر است .

دردستگاهی‌که براساس جمع‌شدن بارالکتریکی‌کارمیکند به‌عوض حرکت سریع اجسام مکانیکی، از تعییرمکان فوق العاده تند بارالکتریکی استفاده میگردد .

اساس علمی این‌دستگاه در واقع همان اساس ساعت آبی است .

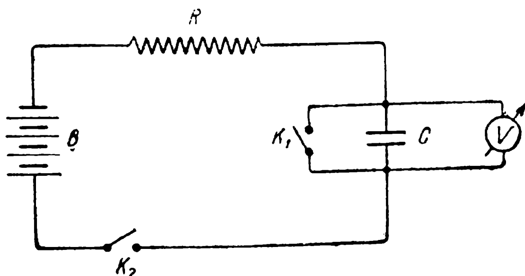
درساعت آبی، آب مخزن ازمجرای باریکی با سرعت تقریباً معین‌وارد یك‌ظرف مدرج میشود وزمان‌را بوسیله مقدار آبیکه وارد ظرف مدرج میگردد می‌سنجند .

درجه بندی ظرف برحسب سانتیمتر یا میلیمتر نیست ، بلکه واحد زمان و در واقع ساعت ودقیقه و ثانیه را ازروی‌آن می‌خوانند .

دردستگاه سنجش الکتریکی بجای‌آب، بار الکتریکـی جریان دارد . (شکل۲۹)

دراینجا باطری B بجای‌مخزن‌آب قرارگرفته، وخازن C نقش جمع‌کردن بارهای الکتریکی‌را دارد . خازن ازراه مقاومت R پر میشود .

بجای اینکه سطح آب را در ظرف مدرج نگـاه‌کنند و



(شکل۲۹) طرح‌مدار و ذخیره شدن بار الکتریکی در خازن

زمان‌را تعیین نمایندبه ولت‌سنج V توجه‌کرده وبوسیله اختلاف سطح دوسرخازن زمان را معین میکنند.

قبل ازشروع‌سنجش برای‌تخلیه خازن‌کلید K بکارمیرود.

درساعت آبی؛ به نسبتی‌که آب مخزن‌کم میشود، سرعت آنهم‌کاهش میابد.

لذا سرعت‌آب هیچگاه نمیتواند یکنواخت باشدودرنتیجه درجه بندی ها نیزیکنواخت نیست. لیکن دردستگاه‌الکتریکی میتوان از ثبات منبع انرژی اطمینان داشت. باطری‌که برای اینکار انتخاب میشود قدرت کافی دارد، بطوریکه در مدت کوتاه یا درازی‌که آزمایش صورت میگیرد جریان‌آن‌بامقایسهٔ جریان‌آب ثابت میماند.

بااینکه منبع‌دارای قدرت‌لازم است وجریان آن نیزثابت میباشد، پر کردن خازن بطوریکنواخت‌صورت نمیگیرد، بطوریکه ابتدا سرعت زیاد بوده و سپس بتدریج‌کند میشود. اگربا این دستگاه کارکنیم نمیتوانیم درجه بندی یکنواختی داشته باشیم.

این‌اشکال‌را باقراردادن لامپی‌درمسیرجریان رفع‌مینمائیم،

این لامپ مخصوص، شدت جریان پر کــردن را محدود میکند.
کارلامپ اینست که جریان وارده را بطور یکنواخت خارج نماید
لیکن این اساس کار نیست . وبرای اندازه گیری زمانهای کوتاه
باید ازبار الکتریکی که در پرکردن خازن بکار رفته استفاده
کرد. لذاوجود جریان ثابت، باسرعت معین درپروخالی کردن
خازن نقش مهمی دارد .

تمام این شرائط بوسیله لامپ تیراترون تأمین میگردد(۱)
تیراترون مشابه سوپاپ بوده، یاموجب قطع جریان میگردد
ویا ازعبور جریانهای معینی جلوگیری مینماید .

در(شکل ۳۰) خازن بحرف C ، باطری بحرف B و
کلیه قطع ووصل بحرف n نشان داده شده است .

باطری B خازن را پر میکند .

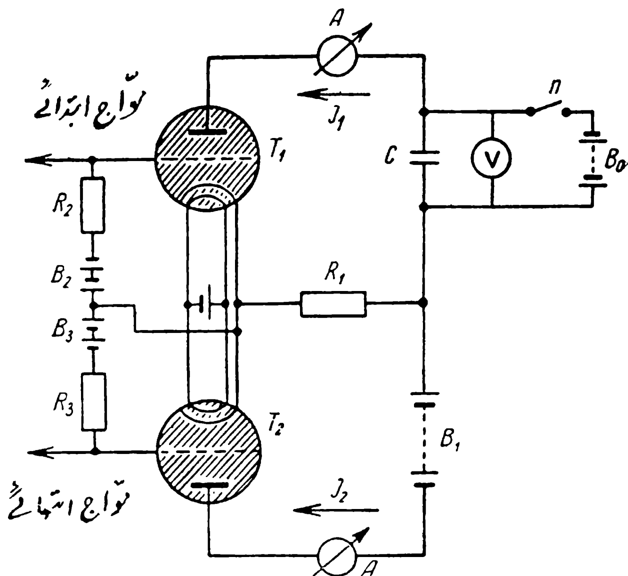
چــون مقاومت لامپ بسیار زیــاد است لذا تیراتـرون
T_1 و T_2 وقتی خاموش هستند خازن C تخلیه میشود .

اولین علامت دراندازه گیری روشن شدن لامپ T_1 است.
باروشن شدن تیراترون T_1 مقاومت آن فوق العاده کم شده
وخازن اندازه گیری C از راه تیراترون و مقاومت R تخلیه
میگردد.

دومین علامت اندازه گیری که نشان دهنده پایان کار است
روشن شدن تیراترون T_2 میباشد. که باخاموشی تیراترون T_1
توأم است باین ترتیب عمل تخلیه خازن C بپایــان میرسد.

درشکل نشان داده شده است که بعلت شدت جریان ثابت
عمل پر کردن وتخلیه درزمانهای مساوی وبطور یکنواخت صورت
میگیرد .

1- Montages à thyratron



(شکل ۳۰) استفاده‌ازخازن ولامپ تیراترون

پس‌ولتسنج V بجای درجه‌بندی بحسب جریان، میتواند برحسب واحد زمان درجه بندی‌گردد .

این دستگاه میتواند با $\frac{۱}{۱۰}$ تقریب بین $\frac{۱}{۱۰۰}$ تا $\frac{۱}{۵ر۱۰۰ر۰۰۰}$ ثانیه‌را اندازه بگیرد .

این‌نوع دستگاه اندازه‌گیری برای مؤسسات ذوب‌بسیار مفید است .

این دستگاه میتواند تاحدود چند صد هزارم ثانیه زمان را اندازه‌بگیرد ومشکل‌بسیاری ازمؤسسات صنعتی‌را حل‌میکند.

چنانچه بخواهیم دقیقتر کار کرده ، یعنی زمانهای کوتاهتری را اندازه بگیریم ، میتوانیم از دستگاه های الکتریکی استفاده نمائیم .

مقیاس شمارشی

ساختمان این دستگاه مرکب ازیك مولد با دورهٔ تناوب زیاد (که بوسیله ورقه‌ای از کوارتز تأمین میشود) ویك مقیاس شمارشی. تناوب نوسانات کوارتز به ۰/۰۰۰۰۰۰۱ در ثانیه میرسد یعنی مدت هر دور آن $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}$ ثانیه است. این کوچکترین واحد زمان است که با این دستگاه میتوان سنجید .

مسلماً برای دوره های تناوب مختلف این حد هم تغییر میکند .

جریان هائی که دارای دورهٔ تناوب زیاد بوده وسینوسی شکل هستند بیك دوره تحریکات متساوی‌البعد تبدیل میشوند (مطابق شکل ۳۱) و دریك دستگاه مخصوص به منحنی‌هائی که زاویهٔ قائمه‌دارند مبدل میشوند.

قسمت b شکل ۳۱ نمونه‌ای از آنهاست.

مرحلهٔ دوم شمارش این قائم‌الزاویه ها است . هیچ‌دستگاه مادی نمی‌تواند آن‌هارا با این‌سرعت بشمرد . و اینکار تنها از دستگاه الکترونی برمی‌آید.

چنین دستگاهی‌را مقیاس شمارشی می‌نامند .

ساختمان مقیاس شمار بسیار ساده است. یعنی از دولامپ الکترونی تشکیل گردیده ، که هر گاه جریان ازیکی بگذرد ، دومی مانع عبورجریان خواهد شد .

اختصاص این‌دستگاه اینست که به‌ازای تحریکات خارجی نوسان پیدا میکند. باین معنی‌که اولین لامپ قبل از رسیدن تحریك برای عبورجریان بازبوده ولامپ دوم بسته است .

رسیدن علامت موجب بستن‌جریان‌لامپ اول شده‌ولی‌لامپ دوم‌را باز می‌کند . علامت دیگر نیز بهمین ترتیب موجب بسته شدن لامپ دوم وبازشدن لامپ اول میشود وغیره ...

پس هریك ازلامپ‌هـای مقیاس‌شمار، بعداز هردوتحریك باز می‌شوند ، لذا هر بارروشن شدن لامپ علامت دودوره‌تناوب یاتحریك است .

(شکل ۳۱ d)









(شکل۳۱) شکل‌های‌مختلف امواج دردستگاه(مقیاس‌شمار)

پس میتوان جدولی‌ساخت‌که حلقه های ده‌تائی داشته‌باشد وبه طریق‌زیر باآن عمل نمود:

اولین علامت برق لامپ اول‌را روشن میکند؛ در دومین علامت لامپ اول خاموش‌شده ولامپ دوم روشن می گردد ....

و دهمین موج تحریك دوباره اولین لامپ را روشن می‌نماید وغیره .

در دستگاه شمار با ردیفهای ده تائی هرلامپ بعد از ۱۰ موج تحریك مجدداً روشن می‌شود .

با این روش هردستگاه با مقیاس ده‌تائی می‌تواند تا ۱۰ موج را محاسبه‌کند . و چنانچه دستگاه با مقیاس ده‌تائی دیگر به‌این مقیاس‌اضافه‌کنیم؛ می‌توان ۱۰۰/ علامت‌را حساب‌کرد.

اگر سومین دستگاه شمار با مقیاس ده‌تائی نیز به این دومقیاس افزوده گردد، محاسبهٔ امواج به ۱۰۰۰/ می‌رسد .

پس‌یك دستگاه الکترونی، با مقیاس شمار به طریق زیر عمل می‌کند :

قبل از اندازه‌گیری زمان دستگاه مقیاس شمار را به مولدی‌که دارای دورهٔ تناوب زیاد است وصل می‌نمائیم .

شروع کار با وصل دستگاه شمار به مولد آغاز ، و قطع آن پایان کار است .

در زمان مورد محاسبه ؛ امواجی الکتریکی به دستگاهٔ شمار می‌رسد، وبرای محاسبه زمان کافی‌است تعداد این امواج را بشمریم .

طبق شرحی‌که داده شد با اولین موج تحریك لامپ اول روشن می‌گردد ، اگر به فرض۷ موج از دستگاه شماربگذرد وقطع شود، هفتمین لامپ از اولین دسته ده‌تائی روشن‌می‌شود، واگرپانزده علامت به دستگاه برسد. اولین لامپ ازدومین‌دستهٔ ده‌تائی وپنجمین لامپ از دسته لامپ‌های اول روشن می‌گردد. درحقیقت بعداز۱۰موج تحریك‌لامپ دهم ازاولین دسته ده‌تائی روشن‌خواهد شد . وآن وقتی‌است‌که اولین‌لامپ ازده‌تائی دوم نیز روشن می‌شود . و۵موج‌بعد لامپ پنجم ازسری ده‌تائی اول

روشن می گردد .

با این‌روش برای محاسبهٔزمان‌معین‌باید بدانیم، وقتی که رابطهٔ مقیاس شمار از مولد قطع مـی‌شود ؛کدام لامپ روشن است ؟ چندمین لامپ و ازکدام سری می‌باشد ؟

مثلاً اگردرپایان اندازه گیری :

از سری ده‌تائی پنجم، لامپ سوم

« « چهارم، لامپ‌هشتم

« « سوم، لامپ پنجم

« « دوم، لامپ اول

« « اول ، لامپ هفتم

روشن باشد .

درلامپ های دسته پنجم هر شماره ۱۰/۰۰۰ علامت ، و لامپ سوم نشانهٔ ۳۰/۰۰۰علامت است .

درلامپ های دستهٔ چهارم هریك نشانهٔ ۱۰۰۰علامت‌برقی بنابراین لامپ هشتم نشانهٔ ۸۰۰۰/ علامت می‌باشد .

بهمین تـرتیب در مـورد لامپ دستهٔ سوم هـر یك ۱۰۰/ علامت وبنابراین لامپ پنجم نشانهٔ ۵۰۰ علامت است .

لامپ شمارهٔ اول‌دسته‌دوم نشانهٔ ۱۰ علامت و لامپ‌شمارهٔ هفتم دستهٔ اول نشانه هفت علامت خواهد بود .

بنابراین جمعاً ۳۸۵۱۷ موج از دستگاه مقیاس‌شمارشی گذشته است .

هرگاه دورهٔ تناوب مولد ۱۰۰/۰۰۰دور درثانیه، یعنی زمان هرموج یکصدهزارم($\frac{۱}{۱۰۰٫۰۰۰}$)ثانیه‌باشد ، فاصله‌زمانی که درمثال‌بالا اندازه گرفته شد معادل ۳۸۵۱۷/. ثانیه خواهد بود .

برای تکمیل این‌دستگاه به‌هریك ازلامپ‌ها، لامپ‌نئونی وصل‌کرده‌اند وروی تابلوئی‌که مقابل هردسته ده‌تائی تعبیه‌شده عقربه‌ای نشان می‌دهدکه لامپ چندم روشن است .

ساعت الکترونی بامقیاس‌شمار ، بسیاری ازمشکلات‌علمی راکه ازنظر زمان پیش می‌آید حل‌می‌کند ، زیرا قادر است تا یك میلیونیم[۱] ثانیه را تامدتی مدید اندازه‌گیری نماید .

اخیراً ساعت های الکترونی مخصوصی ساخته شده‌کـه در آن‌هاکار تمام لامپ‌ها را یك لوله کاتودیك انجام می‌دهد . شرح بیشتر آن درفصل۱۱ خواهد آمد .

۱۰

مطالعهٔ پدیده هائی که تغییرات سریع دارند

چگونگی ثبت این پدیده ها

گاهی‌لازم می‌شود که فاصله زمان‌های بسیار کوتاه مربوط به پدیدهٔ معینی‌راا‌ندازه بگیریم، وغالباً درمورد سنجش عده‌ای از آن‌ها دچار اشکال می‌شویم .

مثلاً درمطالعهٔنور، یا اندازه‌گیری زمان حرکت موتور باید سرعت اجزاء متحرك دستگاه ثبات ؛ بیش ازسرعت‌حرکت نور یا موتور باشد تابتواند حرکات مذکوررا ثبت نماید.

بهترین وسیله و روش برای ثبت پدیده‌های‌کند و سریع ازاین‌قراراست .

برای سنجش‌سرعت های‌کم؛ از دستگاههای ثبات استفاده می‌شودکه اساس‌ساختمان آنها دوچیز است :

۱ـ وسیله ثبت .

۲ـ دستگاه الکتریکی برای حرکت دادن نوار .

وسیلهٔ ثبت؛ چارچوب فلزی سبکی است که بین دو قطب آهنربای الکتریکی قوی قرار گرفته ؛ وبا عبور جریان می‌چرخد ؛ و زاویهٔ چرخش آن متناسب با شدت جریان است .

این چارچوب عقربه‌ای‌را می گرداند .

درانواع دیگر به‌جای عقربه ازقلم ظریف فلزی استفاده می‌شود؛ یعنی باحرکت‌چارچوب قلم‌فلزی روی نوار دوده‌اندود متحرکی خط می کشد ؛ حرکت این نوار را ساعت دقیقی‌تنظیم می‌نماید .

به این‌وسیله می‌توان سرعت‌های‌بسیار کم؛ چندسانتیمتر در روز و سرعت های زیاد چندمتر درثانیه‌را اندازه گرفت .

دستگاهٔ ثبات در بررسی حرکات ماشین‌ها؛ یعنی برای تعیین مدت‌کار وتوقف آنها ، وهمچنین دربررسی‌شبکه‌های‌حامل انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد .

این دستگاهها قدرت اندازگیری سرعت های فوق‌العاده را ندارند .

یعنی ثبت حرکات فوق‌العاده سریع به وسیلهٔ ثبات های متشکل از اجزاء متحرك ممکن نیست . زیرا انرسی چنین دستگاه هائی زیاد است .

پس برای افزایش سرعت حرکت باید از وزن اجسام متحرك بکاهیم .

تاچه حد می‌توان ازوزن اجسام متحرك کاست ؟

به فرض اینکه بتوانیم چارچوب فوق‌العاده سبك وزن و ظریف انتخاب کنیم، بی‌شك باید قلم آن نیز کوچك وخطوط ترسیمی آن هم ریز باشد . پس با رفع یك اشکال ، نقض دیگری ایجاد می گردد .

دستگاه نوسانن‌ـگار حلقه‌ای تا حدی این مشکل‌را حل می‌کند.

در این دستگاه بجای چار چوب ؛ حلقه فلزی ظریفی انتخاب می‌کنند که به قلم یا عقربه احتیاج ندارد ؛ روی این حلقه آئینه‌ای تعبیه شده که باحرکت حلقه بدور خودمی‌چرخد مقابل‌آئینه‌لامپ مخصوصی قرارداده‌اند که درهردوریکبار نور آن‌به‌آئینه برخورد کرده ومنعکس شده، روی نوار متحرك عکاسی ثبت می‌شود.

این‌نوار عکاسی درفاصلهٔ ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتری آئینه قرار دارد. باگردش منظم نوار نقاط تاریك و روشن‌به‌طور متناوب روی آن ایجاد می‌گردد، وبه این‌ترتیب می‌توان تا یکهزارم ثانیه‌را اندازه گرفت.

ولی آئینه‌نیز برای حرکات فوق‌العاده سریع سنگین‌است.

اگرجریان بسیارباریکی ازآب به‌وسیله لوله نازکی از منبعی خارج گردد، آب‌براثر مالش برجدار لوله شیشه‌ای‌ایجاد الکتریسته می‌نماید، یعنی‌بارالکتریکی شیشه وآب‌کاملاً مخالف یکدیگر می‌گردد.

اگر عبور این‌آب ازبین دو ورقه یك خازن الکتریکی باشد، وقتی یکی از ورقه ها مثبت است دیگری منفی می‌شود. آب چون درحین عبور دارای بار الکتریکی است ؛ در میدان الکتریکی‌خازن منحرف می‌گردد.

زاویهٔ انحراف این‌جریان آب به نسبت اختلاف پتانسیل بین‌دوورقه خازن افزایش‌می‌یابد. و اگرقطب‌ها را عوض‌کنیم جهت انحراف آب تغییرمی‌کند.

این عمل می‌تواند برای ثبت پدیده‌های سریع و مختلف مفید باشد. جریان آب نیزداری انرسی قابل ملاحظه‌ای‌است.

اما چون می‌توان جریان آب‌را به قطره قطـره تبدیل کرد لذا درثبت سرعت های فوق‌العاده زیاد انرسی‌آن‌کم‌وقابل اغماض می‌شود.

بجای جریان آب می‌توان از یکدسته الکترونی ، یعنی ازبار منفی‌که وزن هربار یاالکترون برابر $10^{-28} \times 90$ گرم است استفاده نمود .

چنین دستگاهی‌که به‌کمك جریان الکترونی کارمی‌کند نوسانگار کاتودی نامیده می‌شود. اساس‌ساختمان این‌نوسانگار ازدوبخش‌مهم تشکیل شده‌که عبارتست از:

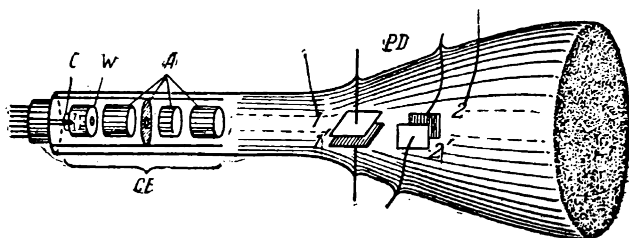
۱ــ لوله‌کاتودی

۲ــ جریان برق

از درون لولهٔ‌کاتودی دسته الکترونها عبور می‌کند.

در انتهای آن صفحه‌ای دیده می‌شودکه براثـر ضربات الکترونها میدرخشد . جریان برق دراین دستگاه بنحوی‌است که براثر تصادم الکترونها با صفحهٔ انتهائی ، اشکال وخطوط مختلفی‌راکه براثرپدیده ها حاصل شده روی‌آن رسم می‌کند.

لوله‌کاتودی مطابق (شکل۳۲) بطریق زیر تنظیم شده است :



(شکل۳۲) لوله‌کاتودی

درانتهای باریك لولــه قطب منفی(C) قرار داردکــه الکترون پخش‌می‌کند . این‌قطب استوانه‌کوچکی ازجنس‌نیکل است‌که انتهای‌آن بسته بوده وبخشی از استوانه‌که داخل لوله قرار دارد ازیك ورقه اکسید فلزی پوشیده شده است .

داخل استوانه رشته‌نازکی‌قرار داردکه هنگام برقراری جریان، سفید رنگ‌شده واستوانهٔ قطب منفی‌گرم می‌شود.

طبقه اکسیدفلزی‌جریان‌شدید الکترونی ایجاد می‌نماید.

الکترونها مجتمع شده ورشته فوق‌العاده باریکی تشکیل می‌دهند .

سرعت برخورداین‌الکترونها با صفحه بقدری زیادمی‌شود که ازتصادم آنها جرقه بوجود می‌آید .

کاتد C را داخل استوانه‌ای ازنیکل قرار داده‌اندکه در شکل به‌W نشان‌داده شده است . برای‌آنکه رشته‌کاتودی‌بداخل لوله راه داشته باشد ، درون استوانـه سوراخ کوچکــی تعبیه کرده‌اند .

این استوانه رانردهٔ‌کنترل یا استوانه ونلت (۱)می‌نامند هنگام عبور دسته الکترونها جدار استوانه ونلت مانــع پراکندگی آنها است.

درنتیجه دسته کاتودی بشکل شعله شمع ازمحورومجرای انتهائی استوانهٔ ونلت خارج می‌گردد .

به‌تدریج‌می‌توان سوراخ استوانه‌را باریك‌تر انتخاب‌نمود تا دسته اشعه منفی‌که از استوانه خارج می‌شود به رشته فوق‌العاده نازکی‌تبدیل‌گردد. این‌کار را می‌توان‌آنقدر ادامه داد که قطراین اشعه به‌صفربرسد .

1- Wehnelt

نقش مهم استوانه و نلت دوچیز است :

۱ـ موجب جمع شدن الکترونهای پخش شونده درمحور ومرکز لوله می‌گردد.

۲ـ در تغییر قطر اشعه دخالت کرده ومی‌تواند ازقطر آنها کاسته وآنرا به‌صفر برساند .

بعدازاستوانهٔ ونلت درلوله‌کاتودی چند آند دیده می‌شود که اختلاف پتانسیل آن‌ها باکاتد به چندصد یاچندصد هزارولت می‌رسد .

آند نیز از استوانه‌هائی تشکیل شده‌که ته‌آنها سوراخ و دارای دیا فراگم حلقه‌ای هستند .

نقش این قطعات ؛ هرچــه بیشتر متمرکز کــردن دستهٔ الکترونی وتسریع حرکات الکترون‌هاست .

هریك سیستم الکترودها ، دارای‌کاتد C واستوانه ونلت W آندهای A می‌باشدکه مجموع آن‌ها را لوله الکترونی CE می‌نامند .

نتیجهٔ‌کاراین‌لوله؛ دسته‌اشعهٔ‌منفی‌بسیار نازك‌والکترونهای سریع‌الحرکت می‌باشد .

دروسط لوله کاتودی دوجفت صفحهٔ (a و á) و (b و b´) نسبت بهم بطورمایل قرار دارند . درانتهای وسیع لوله‌کاتودی صفحه‌ای است‌که بوسیله قشری ازمواد نور دهنده‌پوشیده‌شده و بابمباران الکترونی می‌درخشد.

موقعی‌که دوجفت صفحه فاقد بار الکتریکی هستند روی اشعه منفی‌نیز نقشی ندارند ، در نتیجه اشعه مستقیماً بــه صفحهٔ انتهائی لوله برخوردکرده و جرقهٔ نورانی‌ایجاد می‌کنند .

زمانی‌که این‌دوجفت صفحه دارای بار الکتریکی‌هستند؛ مثلاً اگرصفحهٔ b دارای‌بارمثبت‌وصفحهٔ b´ دارای بارمنفی‌باشد،

دسته اشعهٔ الکترونی کاتودی بطرف صفحه b جلب شده و توسط صفحه ´b دفع می گردند .

در نتیجه اشعه بیك طرف منحرف شده ودر صفحهٔ آخر لوله نیز، محل بمباران الکترونی عوض می‌شود و به‌طرف راست انتقال می‌یابد .

بعکس اگر قطب‌ها تغییر کنند اشعه به‌طرف چپ کشانده می‌شوند .

معمولاً بار الکتریکی صفحه‌ها زیاد، یعنی اختلاف پتانسیل آن‌ها بالا است و به همین دلیل انحراف دستهٔ اشعه منفــی نیز زیادمی‌باشد . اگر صفحات (a و ´a) دارای بار الکتریکی باشند دیگر اشعه کاتودی در جهت افقی منحرف نشده؛ بلــکه به طور عمودی بالا و پائین می‌روند .

در نوسانگار کاتودی صفحهٔ انتهائی لوله ثابت است یعنی بجای تغییر مکان یا حرکت نوار ثبات؛ خود اشعه الکترونی یعنی قلم دستگاه تغییر جهت می‌دهد .

جفت دوم صفحات یعنی (b و ´b) صفحات منحــرف کننده اشعه نامیده شده و برای تغییر مکان دسته اشعه منفی با سرعت ثابت ، درسطح افقی روی صفحه انتهائی نصب شده‌اند.

صفحات (a و ´a) علامات الکتریکی را که منتشر می‌شوند دریافت می‌نمایند .

لذا پدیده الکتریکی روی صفحه قابل مطالعه است.

هرگاه پدیده ساده‌ای مانند تخلیه الکتریکی ثبت گردد روی صفحه آخر نوسانگار تصویر باچنان سرعتی رسم می گردد که امتحان یاعکسبرداری از آن مشکل است .

رفع این اشکال بسهولت انجام پذیراست ؛ اگر مطالعهٔ پدیده به وسیله جریان متناوب انجام شود یعنی نوع جریان در

ثانیه چندین دفعه تغییر کند ، آغاز و پایان پدیده را بقسمی منطبق می‌کنند که صفحه انتهائی لوله نوسانگار یك دور تصویر متوالی ودقیق را ثبت نماید.

با اینکه این تصویر چندین دفعه درثانیه ایجاد شده واز بین میرود چشم آنرا یك شکل ثابت ودائم می‌بیند . به طوریکه می‌توان تصویررا مطالعه کرده وبراحتی ازآن عکسبرداری نمود زیرا تعداد دفعات تغییر قطب‌ها درثانیه زیاد است .

معمولاً درشرائطی که تعداد دفعات نوسان پدیده فوق‌العاده زیاد باشد ازاین دستگاه استفاده می‌کنند .

زیرا فقط وقتی که نوسان فوق‌العاده بالا باشد می‌تواند تصویر پدیده را نشان دهد .

در نوسانگاری که بین قطب های کاتد وآند آن اختلاف پتانسیل چند هزار ولتی موجود باشد الکترونها انرژی زیادی دریافت می‌کنند و درنتیجه برخورد با صفحه انتهائی لوله اشعهٔ تندی ایجاد می‌نمایند .

لذا تصویری که روی صفحه بدست می‌آید کاملاً روشن و باوجود کوتاهی مدت عکسبرداری ازآن ممکن است .

سرعت حرکت افقی دسته اشعه الکترونی دریك نوسانگار می‌تواند قبلاً ثابت ومعین شود.

باانتخاب این سرعت مقیاس زمان را تنظیم می‌کنند.

نوسانگار کاتودی پدیده های بسیار متغیررا ثبت نموده و طول مدت آنها را اندازه می‌گیرد و سرعتشان را می‌سنجد ، به طوری که می‌تواند فاصلهٔ زمانی بین اختلاف فاز پدیده معلومی را اندازه بگیرد.

اندازه‌گیری پدیده های الکتریکی فوق‌العاده سریع

وقتی آذرخش ازمسافت بسیاردور می‌جهد؛ نشانهٔ نزدیکی طوفان است، جرقه‌ها پی‌درپی ازکنار ابرها می‌درخشدوشرارهٔ گلی‌رنگ آنها به قرمزی می‌گراید وچند لحظه بعد صدای رعد شنیده می‌شود.

وقتی‌که ابرها بسطح زمین‌نزدیك باشند ، جرقه ها یکی بعد ازدیگری بشکل زیکزاك درآسمان دیده می‌شوند . که‌با نور خیره کننده‌ای می‌درخشند، ورعدباصدای‌خفه‌ای بلافاصله بدنبال آنها شنیده می‌شود.

آذرخش یك تخلیه الکتریکی است‌که از قدرت شدیدی حاصل می‌شود.

این پدیده عظیم وگاهی وحشتناك اغلب موجب بدبختی های زیادی می‌گردد .

این‌پدیده برای بشرخطرمرگ دربردارد ، وبه خانه‌ها، و تیر های تلگراف یا سایروسایل‌ارتباطی خسارات بسیاروارد می‌آورد .

مطالعهٔ ساختمان دستگاههای برقگیر بسیار جالب‌وقابل توجه است.

قبل ازمطالعهٔ این دستگاه ها باید صاعقه وشدت و دامنهٔ امواج آن هنگام تخلیه ، و سرعت و تغییرات آن را مطالعه نمود .

با اینکه مدت‌یك صاعقه درحدود هزارم یا میلیونم ثانیه است عکسبرداری ازآن مشکل نیست . برای این‌کار کافی‌است دریك شب طولانی ازدستگاه عکاسی استفاده گردد .

عکس‌های بدست آمده فوق‌العاده زیبا بوده وبکمك آنها می‌توان دربارهٔ آذرخش قضاوت کرد .

لیکن باچنین دستگاهی هرگز نمی‌توان ازیك آذرخش بلند وکامل عکسبرداری نمود. (شکل b ۳۳)

اگرورقه حساس عکاسی رادور استوانه‌ای پیچیده واستوانه را به موتوری وصل کنندوآنرا باسرعت ثابت وزیادی بچرخانند. می‌توان تصویر کاملی ازصاعقه بدست آورد. (شکل a ۳۳)

بامحاسبهٔ سرعت حرکت نوار و زاویهٔ انحنای تصویر می‌توان سرعت تخلیه الکتریکی جوی را اندازه گرفت . این اطلاعات گرچه بسیارمهمند ولی برای آشنائی کامل به‌وضع آذرخش کافی نمی‌باشند .

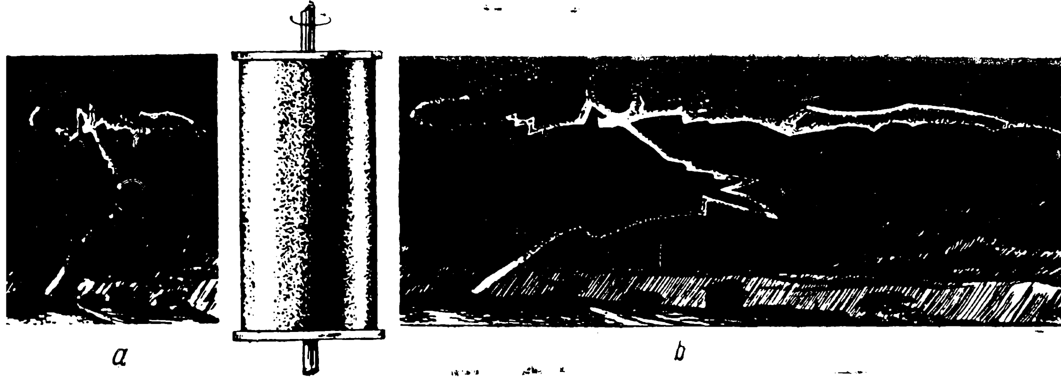
نوسانگار کاتودی برای ثبت این پدیده بمراتب ازدستگاه عکاسی بهتر است . این دستگاه از قسمت های زیر تشکیل‌شده است .

۱ـ دوجفت صفحه ویك مولد قوی باشدت وسرعت بسیار که می‌توان به شدت آن نیز افزود.

۲ـ یك‌دسته اشعه منفی که بطورافقی باسرعت زیاد روی صفحه انتهای لوله‌کاتودی حرکت می‌کند .

۳ ـ یك آنتن برقگیر که جریان را به صفحات شماره B واقع در داخل لوله کاتودی میرساند (درحال عادی فاقد بارالکتریکی هستند) این‌شدت برای صفحهٔ داخل لوله‌فوق العاده زیاد است . لذا وجود دستگاه تقسیم جریان وشدت آن نیز لازم می‌آید .

این دستگاه تقسیم ، از شدت کاسته و آنرا بچند بخش معین به‌اندازه لازم تبدیل می‌نماید.



شکل۳۳ ـ عکسبرداری از آذرخش

a ـ روی صفحهٔ (صفحه حساس بی‌حرکت)

b ـ روی فیلم (صفحه حساس متحرك)

مسأله دیگر اینست که تخلیه الکتریکی جوی یك پدیده غیرمترقبه است و بطور ناگهانی انجام می‌گیرد . ومدت آنهم هیچگاه معین نیست. محل تخلیه نیز نسبت بدستگاه دور یا نزدیك اتفاق می‌افتد .

برای رفع این اشکال ی ـ استکولینکو (۱) نوسانگار دقیقی ساخته که با امواج زیاد کار می‌کند. وجریان آن باجاروی الکتریکی ودستگاه دکلاش تنظیم می‌گردد .

سرعت حرکت دسته اشعه کاتودی این دستگاه ، روی صفحه انتهائی لوله، درسطح افقی ده‌ها هزار کیلومتر درثانیه ، وشدتی که درخروج الکترونهای لازم برای ایجاد اشعه وتشکیل تصویر بکار می رود نزدیك به ۲۰/۰۰۰ ولت است .

این نوسانگار که قوهٔ محرکهٔ زیاد دارد کاملاً خودکار است .

وقتی دستگاه در حال استراحت است دسته اشعه منفی به صفحهٔ انتهائی لوله بر نمی‌خورد، اما به‌محض یك تخلیه جوی یا صاعقه، جریانی که ظاهر میشود توسط آنتن‌های گیرنده جلب‌شده ودر دستگاه نوسانگار ، بوسیله دکلانش موجب حرکت افقی دسته اشعه منفی (حرکت الکترونها) روی صفحه انتهائی می گردد .

در اندازه‌گیری جریان تخلیه ، ابتدا بخشی از آن وارد سیم پیچ‌های اطراف حلقه‌ای شده و سپس بورقه a که‌فاقد هرگونه بارالکتریکی است رسیده وجریان در نوسانگار برقرار می‌شود.

درنتیجه اشعه‌منفی به‌صفحه برخورد کرده‌و ثبت‌می‌گردند، بعدازثبت اولین تخلیه دستگاه نوسانگار بطور خود کار برای

1– Stekolinikov

دومین بار آماده می‌شود .

با تجارب زیادی که در این زمینه به عمل آمده توانسته‌اند کلیهٔ خصوصیات آذرخش را از نظر شدت جریان ودامنهٔ نوسانات وچگونگی تغییر آنها بشناسند. وبا این اطلاعات سرعت حرکت نوار آتشین رنگی را که درصفحهٔ آسمان باجهش صورت می گیرد، اندازه گرفته و $\frac{۱}{۱۰}$ سرعت نور اعلام کرده‌اند .

محاسبه نشان داده است؛ که شدت جریان در آذرخش به ۲۰۰/۰۰۰ آمپر می‌رسد ؛ وعمل تخلیه وقتی انجام می گیرد که اختلاف پتانسیل به ۵۰ تا ۱۰۰ ولت رسیده باشد .

این اطلاعات در شناسائی‌وطرز به‌کار بردن دستگاه برقگیر مفیدند .

اندازه گیری پدیدهٔ فوق‌العاده سریع غیر برقی

برای مطالعهٔ دستگاههای مکانیکی عظیم نظیر نوسانات ملخ یك هواپیما، یا کار یك موتور لازم‌است تغییر کار ملخ و یا فشار گاز درون استوانه‌های‌موتور وغیره را اندازه بگیرند.

میزان تغییرات این اجسام بزرگ نیز بوسیله نوساننگارهای کاتودی معین می‌شود .

مشکلی که‌در اینمورد بنظرمی‌رسد اینست که نوساننگارهای برقی‌تنها باجریان برق کارمی کند؛ وباید ابتدا دستگاههای عظیم مکانیکی‌را (ازنظر قدرت وفشار و تغییر وغیره) به جریانهای الکتریکی متناسب تبدیل نمود ، تا اندازه گیری این‌جریانها معیار صحیحی برای اندازه گیری کار مکانیکی باشد.

تبدیل کارهای مکانیکی به علائم الکتریکی توسط گیرنده های مختلف صورت می گیرد.

معمولاً برای چنین تبدیل ازظرفیت سیم‌ها ومقاومت آنها استفاده می‌شود.

اساس اینکار رشته های فوق‌العاده نازکی هستندکه به‌طور زیکزاك روی کاغذ نازك سیگار تعبیه شده است .

این‌ساختمان بستگی به مقاومت الکتریکی دارد. وکمترین تغییر، شدت آنرا تغییر می‌دهد؛ و کافی‌است که آنرا تحت فشار کوچکی قراردهند .

فشار بسیارکم، حتی تاکردن نیز درمقاومت این‌ورقه‌ـ های نازك دارای سیم‌های فوق‌العاده باریك تغییرمی‌دهد .

وقتی که‌تغییرمقاومت چیزی‌را اندازه می گیرند ، مستقیماً آنراروی ورقهٔ مقاومت می گذارند، یك طرف رشته باریك‌تعبیه شده درکاغذ را به جریان الکتریکی وصل وازطرفی به صفحهٔ کنترل نوسانگارکاتودی نیز متصل‌می‌کنیم.

کمترین‌تغییردرشیئی‌مورد آزمایش‌ظرفیت مقاومت‌مذکور راتغییرمی‌دهد واین‌تغییر، شدت صفحه‌کنترل‌نوسانگار را تغییر داده ودرنتیجه دسته اشعهٔ کاتودی آنرا روی صفحهٔ انتهای لوله ثبت می‌نمایند و برمبنای آن‌جدولی تشکیل‌می‌دهند .

معمولاً برای تبدیل یك‌نیروی قوی مکانیکی ویا یك‌فشار زیاد به جریان الکتریکی از قطعات پارا برق (۱) استفاده می کنند .

اساس کارقطعات پارابرق مبتنی براینست که تحت‌اثرشدت مکانیکی‌وتغییرات‌آن‌با بار الکتریکی‌درقسمت های‌سطحی‌بلورها

1– Piézo – éléctrique

جمع می‌شود .

کوارتز بیش‌ازسایر بلورهااین‌خاصیت را دارا است.

شدت الکتریکی در قسمت سطحی یك قطعهٔ کوارتز پیزو- الکتریك ایجاد شده وبه سطح‌مقابل منتقل می‌شود وپس‌ازتوسعهٔ مناسب به صفحهٔ کنترل نوسانگار کاتوری میرسد ونیروها وفشار با تغییرسرعت هائی‌که دارند ثبت می‌گردند و جریانهای‌کم و زیاد ایجاد می‌گردد.

بااین روش می‌توان پدیده‌هائی‌راکه درفاصله زمانی‌کمتر از چند هزارم یاصد هزارم‌ثانیه انجام می‌گیرند ثبت ومحاسبه نمود .

۱۱

اندازه گیری هزارم و میلیونم‌های ثانیه وسیلهٔ دستگاههای کاتودی

در فصل نهم ساختمان دستگاهی شرح داده شد که اساس کار آن، مولدی باجریان متناوب، ودورهٔ تناوب بسیار زیاد، ودر نتیجه زمان یك دورهٔ تناوب آن ثابت وبسیار کوتاه بود.

در آن فصل اولین درجه‌بندی بر مبنای دورهٔ تناوب گفته شده واکنون بذکر دومین درجه بندی‌که اساس آن نیز زمان ثابت بین‌دو دورهٔ تناوب است می‌پردازیم .

کاراین‌جدول شمردن دوره‌های تناوت یا امواجی‌است که دستگاه درفاصله زمانی‌معین، رسم می‌نماید .

هدف دوم درجه بندی و تهیه جدول اینست که ارزش و اندازه هریك ازدوره‌های تناوب را تعیین‌کرده وبه وسیلهٔعقربه یا علائم نوری بتوان آنرا اعلام نمود .

روش ده‌تائی‌ها یااعشار بهترین سبك درجه بندی‌دستگاه است . زیرا محاسبهٔسلسله اعداد ده‌تائی که مراتب‌آن۱۰و۱۰۰ و۱۰۰۰ و۰۰۰ است. با اینکه تهیهٔ ورقه‌های الکترونی آسان است و فاقدانرسی نیز می‌باشد ، چون به‌اندازه‌ای که بخواهیم

ضریب یا طبقات اندازه گیری را بالا بریم مجبوریم ورقه های الکترونی را زیاد کنیم با چنین دستگاهی به علت خراب شدن یکی از ورقه های الکترونی متوقف می گردد.

علاوه براین دستگاه بزرگ بوده و اطمینانش هم زیاد نخواهد بود .

اکنون باید دید این مشکلات را چگونه می‌توان رفع کرد.

اگر دورهٔ های تناوب و یا دامنهٔ منحنی‌ها بزرگ باشد می‌توان از دستگاههای مکانیکی استفاده کرد. حل مسأله شمارش در چنین شرائطی مشکل نیست .

اگر چرخی انتخاب کنیم که ده دنده داشته باشد و به‌ازای هر نوسان یا دوره تناوب یك دندانه آن حرکت کند ؛ وقتی این چرخ یك دوره کامل بچرخد نشانهٔ ١٠ نوسان خواهد بود .

برای زمان طولانی‌تر باید چرخ دنده‌ها را طوری تعبیه کرد که یك دندانه آن بلندتر باشد بعد از یك دورهٔ کامل؛ آن دنده بزرگ؛ چرخ دیگری را بحرکت درآورد ودوباره پس از یك دور کامل مجدداً دنده بلند چرخ مذکور را باز باندازه یك دنده بچرخاند ، وبهمین ترتیب یك دور کامل چرخ دوم که آن نیز ١٠ دنده دارد نشانهٔ ١٠٠ دورهٔ تناوب یا ١٠ تا ده‌تائی است .

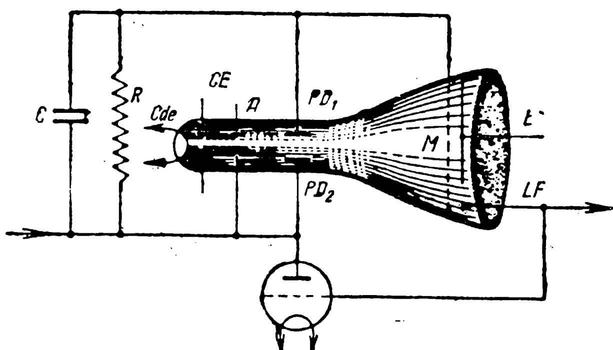
آیا چنین دستگاهی می‌تواند نوسانات فوق‌العاده سریع را بشمارد ؟

آیا نمی‌توان برای ضبط علائم امواج ودوره‌های تناوب بجای چندین ورقه تنها از یك ورقه الکترونی استفاده نمود، بطوریکه به‌تواند به تنهائی کار همهٔ آنها را انجام دهد ؟

اینکار توسط دسته الکترون ها امکان پذیر است . لوله کاتودی که قطرش از قطر یك رادیو معمولی تجاوز نمی‌کند جای دستگاههای بزرگ شمار قرار گرفته و در نتیجه به ورقه های

متعدد احتیاجی ندارد .

چگونگی عمل لوله کاتودی بادستگاه شمار مانند دستگاهی باکلید قطع و وصل است ودر این دستگاه دسته الکترونها نقش پرگاری دارند که روی صفحه‌ای می‌لغزند، بااین اختلاف که از یك نقطه به نقطه دیگر باسرعتی فوق‌العاده وغیرقابل تصور حرکت می‌کنند که هرگز دستگاههای مکانیکی (باصطلاح مادی) قادر به انجام آن نیستند ، درشکل ۳٤ طرح دستگاه شمار به وسیلهٔ لوله کاتوری ملاحظه می‌شود که شامل قسمت‌های زیراست :



شکل ۳٤ ـ لوله کاتودی بامقیاس شمارش

لولهٔ کاتودی (CE) که‌در آن یك‌دسته بسیار باریك الکترونی ایجاد می‌گردد، یك جفت‌ورقه PD_1وPD_2 برای انحراف‌دستهٔ الکترونها ، وصفحهٔ M محل‌برخورد الکترونها ، و ورقه های کوچك L و LF که جمع کنندهٔ الکترونها هستند .

موقعیکه دسته الکترونها به صفحه M برمی‌خوود جریان درخازن C پرشده وبسته‌می‌شود. خازن C وورقه PD به‌طور موازی بایکدیگر بسته شده‌اند .

متناسب با اختلاف پتانسیل بین‌ورقه‌های خازن؛ اختلاف پتانسیل‌بین‌ورقه ها نیزافزایش‌می‌یابد واین‌خود موجب‌انحراف بیشتردسته الکترونها می‌گردد .

یعنی‌محل بمباران الکترونی، دسته‌الکترونها روی‌صفحهٔ M تغییرمی‌کند، این تغییرمکان تاانتها ادامه دارد ، درانتهای ورقهٔ حساس‌عمل حرکت دسته الکترونها متوقف شده و جریان قطع می‌گردد .

زیرا ورقه L جزء صفحه حساس نیست، کمترین جریانی که ازخازن C به‌دستگاه برگردد، دسته الکترونها رابه‌محل اولیه خود برمی‌گرداند .

یعنی لغزش دسته الکترونها روی صفحهٔ حساس مسیری می‌سازدکه مرتب روی‌آن رفت وآمد دارد .

چون حرکت دسته‌الکترونها روی صفحه همراه باامواج و متناسب باآنها صورت می‌گیرد ، لذا تا پایان ورقـه حساس شاهد ۱۰ حرکت خواهدبودکه نمایندهٔ امواجی‌است‌که به‌لولهٔ کاتودی رسیده‌اند .

برای شمردن این‌امواج، معمولاً صفحه را درمحل‌های حرکت‌امواج‌شماره‌گذاری‌کرده‌وآنراازقشری‌موادنوردهنده(۱) می‌پوشانند ، تانمرهٔ محلی‌که دسته اشعه توقف می نمایـد قابل خواندن باشد .

انتهای مسیر دستهٔ الکترونها به LF نشان داده‌شده‌است جریانی خازن را پرمی‌کند و هربارکه دستهٔ الکترونها به‌انتها برسند جریان خازن ، دستهٔ الکترونهارا مجدداً به محل اولیه برمی‌گرداند.

1- Luminescent

اگر شمار امواج به‌بیش‌از ۱۰ برسد ، یعنی بخواهیم‌زمان بیشتری را بادقت اندازه بگیریم، مثلاً شمار را به صد برسانیم انتهای صفحه‌که به وسیلهٔ تیغه LE تمام میشود، خود باعنوان وسیلهٔ خارجی(نمره‌انداز) یاموجب حرکت‌عقربه، یا هر وسیلهٔ دیگری‌که نشان دهندهٔ یك دهه باشد خواهد بود .

بالاخره‌برای محاسبهٔ زمان‌ازروی‌حرکت دسته‌الکترونها بدین‌طریق استفاده می‌کنندکه رفت وآمد دسته الکترونهاروی صفحهٔ انتهائی توسط دستگاهی برمبنای الکتریکی‌ضبط‌ومحاسبه می‌گردد، این‌دستگاه‌یاجدول‌ممکن‌است‌به‌جای‌ورقه‌های‌الکترونی ازتیراترون (۱) استفاده‌کرد .

درعده‌ای ازدستگاه‌ها بجای‌اینکه حرکت دسته‌الکترونها افقی یاعمودی باشد، (حرکت رفت‌وآمد) منحنی شکل است یعنی دسته الکترونها محیط دایره‌ای را طی‌می‌کنند، لیکن‌این منحنی بسته‌طوری‌است‌که وقتی دسته الکترونها به نقطه‌ابتدائی خود برسند علامتی‌می‌دهندکه نشانهٔ یك دورکامل است .

درعده‌ای ازدستگاهها چندین لوله‌کاتودی راکنارهم‌پهلو به پهلو قرار می‌دهند به طریقی‌که یك موج لوله سمت راست نمودار ۱۰ موج لوله سمت چپ است .

به این‌طریق زمانهای تقریباً زیاد را بالوله های‌متعدد اندازه می‌گیرند . این لوله ها طوری تعبیه شده‌اندکه وقتی دستگاه متوقف‌شود می‌توان نمره موج لوله‌را خوانده وباتوجه به مراتب‌لوله‌هاکلیه امواج‌را محاسبه نمود .

مقایسه لوله کاتودی بادستگاهی‌که هم اکنون بشرح آن می‌پردازیم نشان می‌دهد، که دستگاه اخیر به مراتت ساختمان

1- Thyratrons

ساده‌تر داشته و از نظر اندازه کوچکتر بوده و دقیق‌تر نیز می‌باشد ، یعنی این دستگاه مسأله محاسبهٔ زمانهای کوتاه‌را حل کرده است.

در اتحاد جماهیر شوروی دانشمندی بنام ل. کورابلیو (۱) دستگاه‌سنجشی ساخت که‌ورقه‌های آن از جنس گاز و بنام تیراترون‌های بدون سوخت معروف‌شد .

در این دستگاه‌صفحه شمارنده دکاترون(۲) نامیده‌می‌شود که خواص بسیار دارد .

این صفحه ورقه بزرگی‌است که جانشین دستگاه شمارنده‌ دهه‌ها گردیده و در این صفحه شمارنده یك آند مشترك برای عدهٔ زیادی‌کاتد قرار داده‌شده است .

ساختمان دستگاه طوری‌است که وقتی‌علائم خارجی‌وارد آن‌شود، بین‌کاتدها تخلیه ایجاد می‌کند.

با این‌روش، ازروی ردیف کاتدهائی که موج‌به‌آنها رسیده می‌توان چندمین‌آنهارا شناخت .

دستگاه سنجش‌باورقه گازی‌ازهر لحاظ خوب، وکار کردن با آن آسان، وساختمانش نیز ساده است، لیکن گاز بزودی به مایع تبدیل می گردد .

حد وقدرت شمارش‌با این‌دستگاه بستگی به قدرت‌یونیزه شدن گازدارد. ولی‌دستگاهی که شرح داده خواهد شد فاقد این این عیب‌نیز می‌باشد.

اساس این‌دستگاه درواقع یك‌نوع دستگاه کاتدی است که تروکوترون (۳) نامیده می‌شود.

1- L. Korabliov 2- Decaron
3- Trochotron

در دستگاه الکترونی معمولی، الکترونها ازقطب منفی به قطب‌مثبت می‌روند، لیکن به‌عکس‌درتروکوترون الکترونها روی محوری که‌دارای تعادل پتانسیلی است به طور عمودی بالاوپائین می‌رود .

اکنون بشرح ساختمان و چگونگی عمل ایـن دستگاه می‌پردازیم :

یکی ازالکترودها در یك میدان طولی الکتریکی قرار گرفته وجریان حاصل الکترونها را درجهت طولی می‌کشاند . ولی‌اگر برای چنین‌الکترودی؛ میدان عرضی‌آهنربائی‌نیزایجاد کنیم ، ملاحظه می‌گردد که حـرکت الکترونها در جهت قبلی نخواهد بود . زیرا میدان الکتریکی، الکترون‌هارا طولی و میدان‌آهنربائی آنهارا به طورعمودی حرکت می‌دهد .

منتجهٔ این‌دونیرو روی الکترونها اثر گذاشته و آنها را ازجهت اولیه خود منحرف می‌کند .

چگونگی این انحراف بستگی کامل به نیروی میدانهای الکتریکی وآهنربائی دارد . یعنی هرکدام قویتر باشند جهت انحراف تغییرخواهند داد.

گاهی‌حرکت الکترونها درمسیر منحنی‌انجام می‌گیرد که این‌منحنی‌را تروکوئید(۱) می‌نامند .

منحنی‌تروکوئید که خط سیرالکترونها در شرائط خاصی است ، شباهت زیادی به فنرفوق‌العاده باریکی دارد .

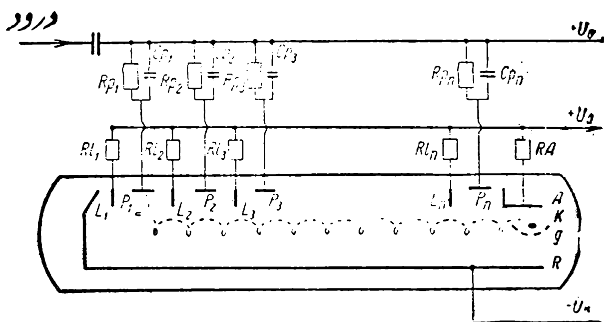
نتیجهٔ میدانها اینست که در عین حالیکه الکتـرونها با نیروی مغناطیسی بالا و پائین میروند ، همواره در طـول میدان الکتریکی حرکت می‌نمایند .

چون این‌دستگاه منحنی‌تروکوئید ایجاد می‌کند، به آن

1- Trochoide

ترو کوترون می گویند .

دستگاه تروکوترون مطابق شکل۳۵ ازقسمت های زیر تشکیل شده است:



شکل۳۵ ـ دستگاه تروکوترون

لولهٔ‌کاتودی آن استوانه نازکی‌است‌که به K نشان داده می‌شود .

کار صفحهٔ مشبك y تنظیم شدت حرکت دستهٔ الکترونها است.

میدان الکتریکی $U_a - U_r$ الکترونها بین آند A وخط R هدایت می کنند .

تمام دستگاه داخل یك میدان آهنربائی که بطور عرضی به الکترونها نیرو وارد می کندقرارداد. این‌آهنربا درشکل۳۵ به H نشان داده شده‌است .

ونیروی‌آن‌بقدری است‌که نمی‌گذارد الکترون‌هامستقیماً به‌طرف‌آند بروند . تحت اثراین‌دو میدان الکترونها درمحور دستگاه می‌چرخند . یعنی نمی‌توانند به طرف آندونه به‌طرف کاتد بروند .

(دراین‌دستگاه ورقه‌های L_1 و L_2.... L_n آندها هستند) لیکن صفحات (P_1 و P_2 و.... P_n) که پتانسیل آن‌ها مشابه کاتد است می‌توانند تاحدی الکترونهارا به‌سوی‌خود بکشانند .

ورقه‌های P_1وP_2 وغیرهٔ به‌وسیلهٔ‌رشته‌های‌هادی به‌جریان ورودی دستگاه(U_a) متصل بوده و علامت های منفی دریافت می‌کنند، اما ورقه‌های L_1وL_2 و غیره بهمین‌طریق به‌آند وصلند.

وقتی اولین موج به‌ورقه P_1 منفی‌می‌رسد ، دسته‌الکترونها به‌طرف ورقه مجاورش یعنی L_1 می‌جهندولی در آنجا نمی‌توانند مدت زیادی توقف‌کنند، زیرا جریان محوری به مراتب قویتر ازجریان ضعیفی‌است‌که از ورقه می گذرد ، چون سر راه ورقه مقاومت زیاد R_2 قرار گرفته وجریان را ضعیف‌کرده‌است، لذا الکترونها به طرف‌ورقهٔP_2 کشانده‌می‌شوند، مدت‌توقف‌الکترونها دراین‌جا نامعلوم است. زیرا باید بمانند تاموج دیگری بیایدو باآن به سوی ورقه بعدی بروند . وبهمین‌ترتیب ...

مقاومت‌ها وظرفیت هائی‌که سرراه جریان قرار دارند ، دارای نقش مخصوصی هستند .

اولاً محرکهای‌یکنواخت‌محسوب شده وکوتاه شدن‌مدت نوسان‌را موجب می‌شوند، ثانیاً از اشتباه دستگاه جلوگیری می نمایند یعنی مانع از این هستندکه الکترونها از چند ورقه یك دفعه بجهند . و مهمترین‌کارشان اینست‌که عبور جریان‌رانشان می‌دهند .

بالاخره الکترونها بعداز یك‌سری جهش به آند A میرسند مقاومت R_a پتانسیل آندراکاملاً کم کرده،واین‌خودموجب‌کاسته شدن جریان آندی ودرنتیجه متعادل‌کردن آن‌می‌شود.

وقتی این مرحله‌از دسته‌اول به‌اینجا میرسد،الکترونهای دسته دوم تـازه به ورقه P_1 رسیده‌اند و دستگاه بـه اینوسیله

می‌تواند امواج الکترونی‌را محاسبه ونشان دهد .

تیروکوترون به مولدی متصل است که امواج یکنواختی می‌فرستد. ودستگاه قطع ووصل مخصوصی‌هم کاردستگاه‌را کنترل می‌نماید و با اولین موجی که ازمولد خارج‌می‌شود عمل‌اندازه‌گیری شروع‌می‌گردد و وقتی‌آخرین موج ازدستگاه‌خارج می‌شود عمل سنجش تمام شده است .

دستگاه تروکوترون امواج‌را بهمان‌دقتی محاسبه می‌کند که ساعت نوسانات آونگ را می‌شمرد . وبه این وسیله فاصلهٔ زمانها را هراندازه‌کوتاه‌هم باشداندازه می‌گیرند .

اگر بخواهند زمان‌بیشتری را باهمین دقت بسنجدچندین تروکوترون را بطور سری بهم می بندند و آنرا طوری تنظیم می‌کنندتا به‌جای هریکبارکه الکترونها طول تروکوترون اول را طی‌می‌کنند یك موج به اولین‌ورقه P_1 دستگاه دوم برسد وبه این‌ترتیب‌وقتی‌طول تروکوترون اولی ۱۰ بارطی‌شد، تروکوترون دوم یکبار طی‌شده باشد.

تروکوترون سوم نیز باتروکوترون دوم به‌این‌نسبت‌قرار دارد وبهمین‌ترتیب.

لذا باچنین‌دستگاهی می‌توان با دقت چند میلیونم ثانیه چندین دقیقه را محاسبه نمود .

رادار

Radar

هواپیما درهوای مه‌آلود هم می‌تواند فرودآید . خلبان قادراست بزودی به‌وسیلهٔ دستگاهی بنام رادیو تله متری(۱) به طور دقیق فاصله بین‌زمین وهواپیمارا حساب‌کند .

اکنون خواهیم دید اینکارباچه روشی‌انجام می‌شود.

رادارهائیکه درنقاط مختلف نصب شده‌اند ؛ همیشه فاصلهٔ شیئی یاجسم متحرکی‌را باسرعتی‌که آن‌جسم‌دارد برحسب‌زمان نشان می‌دهند .

یعنی علامت رادیو ـ الکتریکی‌که رادار می‌فرستد با برخورد به شیئی منعکس‌شده ودوباره به رادار برمی‌گردد.

دستگاه فرستنده امواج باید فوق‌العاده‌قوی‌باشد تابتواند دورهٔ تناوب بسیار زیاد در حدود هزار موج در ثانیه را ایجاد کند .

دستگاهٔ تقسیم مخصوصی سرراه امواج می‌گذارندکه هر علامت‌را به دوقسمت تقسیم می‌کند.

بخشی‌از آن‌مستقیماً به دستگاه گیرنده میرسد وقسمت‌دیگر به‌کمك یك آنتن به طرف شیئی رهبری میگردد ،که پس از برخورد به آن منعکس شده و دو باره توسط آنتن‌گیرنده اخذ شود .

تأخیری که‌بین‌لحظهٔ‌اخذقسمت‌اول‌علامت‌رادیو‌ـ‌الکتریکی ودریافت انعکاس روی میدهد بدقت با دستگاهی محاسبه می‌شود نصف این زمان مربوط به رفتن ونصف دیگر به بازگشت موج مربوط است‌که با در دست داشتن سرعت موج فاصلهٔ شیئی تا

1- Rodio télémetrique

محل دستگاه گیرنده بسهولت قابل محاسبه است . این اصول کار رادار است .

با این اصول رادارها می‌توانند فاصلهٔ اجسام فوق‌العاده دور وسریع‌الحرکت‌را اعلام کنند .

بزرگترین اثروفایدهٔ رادار هدایت هواپیما ها و کشتی‌ها درشب وهوای تاریك مه‌آلود است وباوجود رادار هیچگاه کار هواپیمائی ودریانوردی بعلل‌جوی متوقف نمی گردد.

مسأله‌ای که در کار رادار مورد توجه است فاصله شیئی مورد نظروسرعت وعلامت‌های رادیو‌ـالکتریکی‌است که باید آن فاصله‌راطی کند .

سرعت انتشارامواج‌رادیوـالکتریکی‌بسیار زیاداست.

اگریك‌پیاده ۱ تا ۱/۵ مترمسافت‌را دریك ثانیه‌به‌پیماید؛ ویك دونده خوب، بین۵تا۱۰متر درثانیه سرعت داشته باشد؛ و اگریك خودرو ۲۰تا۴۰ متررا دریك ثانیه طی‌کند، وهواپیما بین۱۰۰تا۳۰۰ متردرثانیه حرکت نماید؛ وسرعت گلوله توپ یا تفنگ به ۵۰۰ تا ۸۰۰ متر در ثانیه برسد ؛ یك موج الکتریکی یا یك علامت‌رادیوـالکتریکی ۳۰۰/۰۰۰کیلومتر را دریك ثانیه می‌پیماید .

پس‌امواج الکتریکی دریك میلیونم ثانیه ۳۰۰مترمسافت طی‌می کند .

اگرفاصلهٔ۵ر۱ کیلومتری بوسیله رادار اندازه گیری‌شود مدت‌انتشار امواج وبرگشت آنها مساوی صدهزارم ثانیه‌خواهد بود ؛ وبرای اندازه گیری ۱۵ متراین‌رقم به ده میلیونم ثانیه تقلیل‌میبابد.

و محاسبهٔ چنین زمانی هم باید به وسیله لولهٔ کاتودی با ورقه های منحرف‌کنندهٔ دسته الکترونها وصفحهٔ حساس‌انتهائی

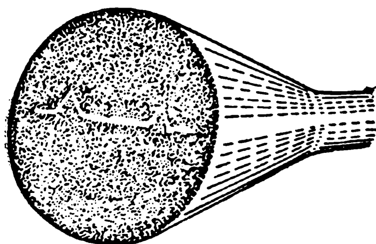
آن‌صورت گیرد .

یك مولد جریان متناوب به جفت اول ورقه ها وصل می کنند ، به طوریکه بتواند باسرعت ثابت دسته‌الکترونهارا روی صفحهٔ حساس‌به طور افقی حرکت دهد .

به جفت دوم ورقه هاکه دسته الکترونها را در جهت عمودی حرکت می‌دهد جریانی وصل‌می‌کنندکه هنگام انتشاردر فضا اول ازورقه ها بگذرد. یعنی شروع‌کار اندازه‌گیری را با ایجاد یك‌دندانه روی خط حرکت صفحه حساس‌اعلام‌نماید .

هنگامی‌که امواج رادیو-الکتریکی منعکس شده وتوسط آنتن اخذ‌گردید، باز به‌همان ورقه منتقل‌می‌شونددندانه دیگری درمسیرحرکت الکترونها ایجاد می گردد.

فاصلهٔ این دوعلامت (دودندانه)(مطابق شکل۳٦) نمایندهٔ تأخیرانعکاس خواهد بود وباین‌وسیله می‌توان فاصله شیئی‌مورد نظرراتامحل‌نصب‌رادار محاسبه نمود.



شکل ۳٦ ـ جاروب قطری

صفحهٔ لوله کاتودی متعلق‌به‌رادار به‌حسب واحد طول درجه بندی شده که بسهولت می‌توان‌آنرا خواند.

اکنون بشرح وروش‌کاردستگاه‌رادار و حدود دقت آن می‌پردازیم .

اگرحرکت دسته‌الکترونهاازیك‌طرف به‌طرف دیگر در حدود $\frac{۱}{۱۰۰}$ ثانیه طول بکشد ؛ و اگرحداقل فاصله‌ای که‌دراین

ورقه بتوان تشخیص داد $\frac{۱}{۱۰۰}$ قطر صفحه باشد ، کمترین فاصله‌ای که با این دستگاه اندازه گیری می‌شود ده هزارم ثانیه خواهد بود .

اگر سرعت حرکت دسته‌الکترون‌هارا روی صفحه‌حساس ۱۰ مرتبه زیاد کنیم یعنی قطر صفحهٔ حساس در $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ ثانیه طی‌شود عمل‌اندازه گیری ۱۰ مرتبه دقیق‌تر می گردد ، وحداندازه گیری به صدهزارم ثانیه می‌رسد.

به وسیلهٔ این‌دستگاه که با آن فقط یکهزارم قطر صفحه‌حساس قابل خواندن است ، اندازه گیری $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ ثانیه غیرممکن میشود

آیا می‌توان‌زمانهای طولانی‌را بادقت فوق‌العاده سنجید؟ یعنی‌آیا می‌توان بدون اینکه بدقت اندازه گیری لطمه‌ای وارد آید به حدودآن افزود ؟

باروش‌جدیدی که عنوان خواهدشد ، اینکار کاملاً عملی است .

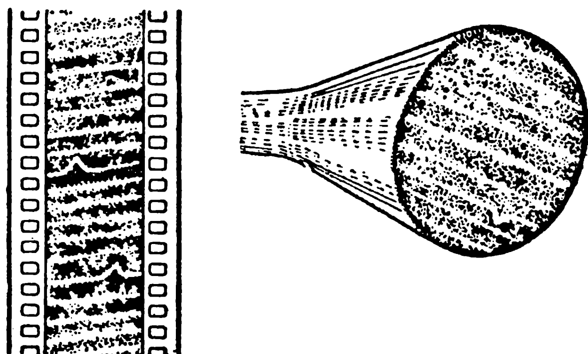
درهرصفحهٔ حساس به‌جای یك‌سطرمی‌توان امواج‌رامانند سطور صفحات‌کتاب به دنبال هم ضبط نمود (مطابق‌شکل۳۷) از طرف دیگرمی‌توان‌صفحهٔ‌حساس‌را بزرگتر انتخاب‌کرد تاسطور بیشتری درآن بگنجد .

این‌روش که‌به‌نام روش‌جاروب قطاعی (۱) نامیده‌می‌شود توانسته‌است‌مدت‌کم‌ودقت زیادرا حل‌کند زیرا بااین روش‌دسته الکترونهای‌کاتودی درمسیر طویلی حرکت می‌کنند وسرعت‌نیز هرقدر زیادباشد فرصت‌برای‌محاسبه‌مدت‌خواهدبود.

روش دیگری بنام جاروب دورانی (۲) بـکار می‌رود که

1- Balayage Sequentiel

2- analyse circulaire



شکل ۳۷ - جاروب قطاعی

طول مسیر؛ آن ۳/۱۴ = n مرتبه بیشتر ازروش قطاعی است .

ازاین روش برای بازرسی ساعت ها استفاده می کنند.

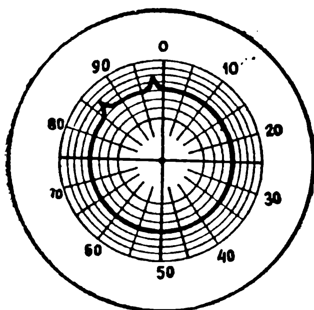
در یکی از این دستگاهها دسته الکترونها روی صفحهٔ حساس کاتودی ۳۳۰ دور که معادل ۱۱۸۸۰۰ درجه کمان است، درثانیه طی می کند.

موقع آزمایش یك ساعت دودندانه درشیار امواج ایجاد می‌شود ، یعنی دسته الکترونها دردونقطه ازمسیر دایره‌ای خود ایجادبرآمدگی می کنند، واین متعلق بساعت دقیق است (ساعتی که می‌خواهیم ساعت مورد آزمایش را بآن تطبیق کنیم) ، دیگری متعلق بساعت مورد آزمایش است .

دستگاه طوری تنظیم شده که اختلاف بین دوساعت مساوی اختلاف فاصلهٔ دودندانه است .

مثلاً اگراختلاف ساعت مورد آزمایش یك ثانیه در۲۴ باشد ، برای ۳۰ ثانیه‌ای که آزمایش طول می کشد اختلاف باید

$\frac{۱}{۲۸۸۰}$ ثانیه باشد، واین‌اختلاف را دستگاه سنجش۱٤ درجه‌نشان خواهد داد، یعنی‌بین‌دودندانه۱٤ درجه فاصله است. (شکل۳۸) برای مدت های بیشتر با افزایش سرعت می‌توان بـه حساسیت دستگاه افزود .



شکل ۳۸ ــ جاروب دورانی

به طـریـق جاروب الکتریکی می‌توان زمانهای بسیارکوتاه را اندازه‌گرفت وحتی‌این‌سنجش به ده یاصد میلیونم‌ثانیه هم می‌رسد.

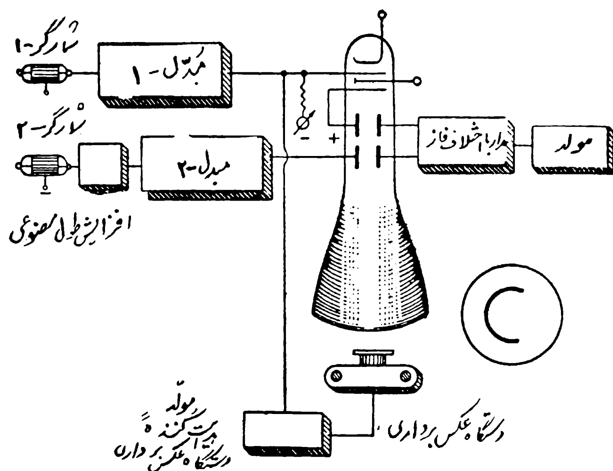
مطالعهٔ انوارکیهانـی بااین‌روش‌صورت‌می‌گیرد . برای‌اینکاردوشمارگردرفاصله معینی ازیکدیگرقرار دارند وبین‌آنها بار الکتریکی‌کمی بجریان‌گذاشته‌اند. مدت ارتباطبار الکتریکی بین‌شمارگرها را به‌کمك نوسانگار جاروب دورانی اندازه می‌گیرند .

شرح عمل دستگاه بقرار زیراست : (مطابق‌شکل۳۹)

مولدی‌که‌درآن ورقه‌ای‌ازکوارتز نصب‌گردیده،اختلاف پتانسیل متناوب و دوره تناوب آن فوق‌العاده زیاداست جریان آن به ورقه‌های منحرف‌کنندهٔ لوله‌کاتودی وصل شده است .

یك جفت دیگر ورقهٔ دستگاه کاتودی جریان اولی‌را با اختلاف فاز ربع دورهٔ تناوب دریافت می‌کند. ازطرف دیگربه این ورقه‌ها (تغییردهندهٔ‌حرکات‌دسته الکترونها درجهت‌عمودی) ازدستگاه جاروب دورانی نیزجریانی می‌رسد .

دورهٔ تناوب مولد به ۱۰۰۰۰۰/ دور درثانـیه رسیده و



شکل ۳۹
طرح دستگاه برای اندازه‌گرفتن زمان بین دو دورهٔ تناوب

موجب می‌گردد که دسته الکترونهای کاتودی منحنی دایره‌ای را درزمان ده میلیونم ثانیه رسم کند .

قبل‌ازاندازه‌گیری الکترونها بسته می‌شوند .

اولین علامتی که اولین شمارگر دریافت مـی‌کند دسته الکترونهارا بازکرده ، وآخرین علامت به وسیلهٔ شمارگر دوم فرستاده می‌شود که این‌علامت دسته الکترونهاراازصفحهٔ حساس خارج کرده ومنحرف می‌کند .

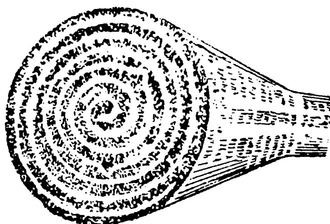
به این طریق درطول کمان رسم شده توسط الکترونهای

کاتدی به‌نسبت زمان روی صفحه حساس‌دندانه‌هائی دیده می‌شود که می‌توان آنها را محاسبه‌کرد .

دستگاه‌توسط (جریان باتأخیر) تنظیم‌می‌شود.

وبالاخره تصویر(کمان) به وسیلهٔ دستگاه عکاسی خودکار تهیه می گردد.

چنین دستگاهی‌می‌تواند یکدهم میکروثانیه را نیزاندازه گیری‌نماید . (مطابق‌شکل ۴۰)



شکل ۴۰ ـ جاروب مارپیچ

منحنی‌فنرمانند موجب‌می‌شودکه‌بتوان روی صفحهٔ حساس خطوط بیشتری رسم گردد.

مدت سیر دسته الکترونهادرتمام‌صفحه به طور مارپیچ ، حد اکثر زمانی است‌که دستگاه می‌تواند اندازه بگیرد .

این‌افزایش زمان ترسیم نیز بدقت دستگاه قبلی (حرکت الکترونها روی قطر) است، یعنی در عین حال‌که مدت بیشتری را اندازه می‌گیرد بادقت فوق‌العاده نیز هست .

روش های مختلفی‌که عنوان شد در رادار قابل استفاده هستند . یعنی برای جریانهای دارای اختلاف فاز مفیدمی‌باشند

این دستگاه ها می‌توانند تا یك میلیونم یا یك ده میلیونم ثانیه را نیز اندازه بگیرند .

برای فاصله زمانهای‌کوچکتر دستگاههای الکترونی دیگری نیزوجوداردکه در فصول‌آینده به‌شرح‌آنهامی‌پردازیم.

۱۲

میلیونم و ملیاردم ثانیه را چگونه اندازه می گیرند

عمرمتوسط ایزوتوپ رادیواکتیف پلونیم (۱) بوزن‌اتمی ۲۱۲ تقریباً برابر ده میلیونیم ثانیه است .

اشعه کیهانی که منشأهای مختلف‌دارند ؛ به خصوص نیم‌ـ سنگین‌ها که ناپایدارند، عمرمتوسطشان درحدود میلیونیم یایك ده میلیونم‌ثانیه است .

تعیین‌دقیق‌فاصله زمانی‌لازم‌برای اینکه‌چنین‌پدیدهٔ صورت بگیرد بستگی به شناختن طبیعت‌آن دارد، ولزوم‌آن‌را باید در فنون نیزبازشناخت .

اندازه گیری‌سرعت پدیده هائی‌که‌درهسته اتم قراردارند بسیار مشکل بوده و لازم است ابتدا ساختمان ماده را دقیقاً بشناسیم .

خصوصاً هرگاه‌بخواهند از انرژی هسته‌ای استفاده‌نمایند باید فعالیت ها واعمال ذرات هسته‌ای‌راکاملاً بشناسند .

1– Polonium

دراین بخش منظورما استفاده‌از حرکات دوره‌ای و نتایج آنست .

برای این هدف مطالعهٔ هسته ها در شرایط عمومی مورد استفاده بوده وظهور اختصاصات نوری کیهانی مورد توجه است .

برای مطالعهٔ چنین نمودی ؛ دستگاه الکترونی خاصی ساخته‌اند. کاراین دستگاههای الکترونی به طریقی است که باید انرسی آن‌ها فوق‌العاده ضعیف بوده و کمترین تغییر شرایط محیطی را نشان دهند .

مدار بانطابق تأخیر دار

Circuit à coïncidences Retardées

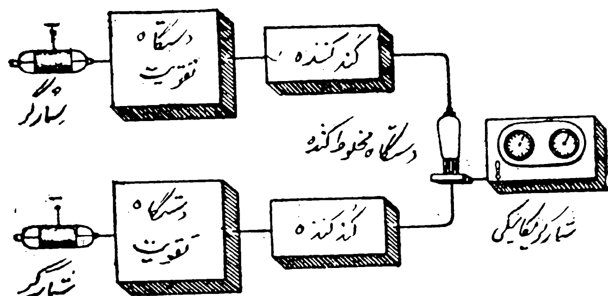
در این دستگاه غالباً از روش تطبیق تأخیرها استفاده می کنند .

دراین روش مبنا اینست که دوموج درحین خروج ازدستگاه معینی موجب حرکت عضو شمارو الکترونها شده ودوعلامت الکتریکی می گذارند .

نقش اساسی دراین روش ارزیابی تأخیر علامت ها است.

درساختمان این دستگاه (مطابق شکل ٤١) ، دوتقویت کننده و دو دستگاه کند کننده قرار داردکه به یك ورقهٔ مخلوط کننده متصل می گردند .

علامت‌ها وامواج درحالی‌که ابتدا وانتهای فاصلهٔ زمانی راکه باید اندازه گرفته شود نشان می‌دهند وارد دستگاه شده ودر آنجا هر یك‌دو باره ازیك‌دستگاه تقویت کننده‌ویك‌دستگاه کند کننده‌می گذرندوپس‌ازطی‌زمان‌لازم به‌ورقهٔ مشبکی می‌رسند که‌از ورقهٔ مخلوط کننده جدا ومستقل‌است.



شکل ٤١ ـ دستگاه مدار با تطابق تأخیردار

ورقهٔ مخلوط کننده مانند استوانهٔ دو،دری عمل‌می‌کند که می‌توان یکی‌ازدوسوراخ آنرا مسدود نمود ، به طوریکه‌روشنائی ازآن نفوذنکند. اگرهردو سوراخ باز باشند دریك لحظهٔ نور به داخل نفوذ می‌کند، به این‌طریق ورقهٔ مخلوط کننده جز به یك جریان منفرد اجازه ورود نمی‌دهد ، مگر وقتی‌که دو موج باهم وارد شوند.

روش‌تداخل‌تأخیرها‌توسط‌فیزیکدانان‌معروف‌روسی‌بنام ژ. ژدانو (۱) وآ. نا اومو (۲) برای مطالعهٔ انوارکیهانی مـورد آزمایش قرارگرفت . وبه این‌وسیله هریك ازانواری‌راکه‌بین نورهای‌کیهانی بودند به طور جداگانه مطالعه‌کردند. همچنین توانستندعمرمتوسطاشعهٔ‌بنام‌مزون(۳)راکه‌درانوارکیهانی وجود دارد بدست آورند این عمرعبارت ازتبدیل اشعهٔ مذکور به‌یك الکترون‌ویك‌نوترون‌است .

عمل‌دستگاه‌برای اندازه‌گرفتن‌طول عمرمتوسط این‌اشعه

1- (G. J. danove) 2- (A. Naoumov)
3- (meson - u)

درحال استراحت بدوقسمت تقسیم می‌شود،

اشعهٔ مزون‌چون ازسرب‌نمی‌تواندعبور کند ازاین‌خاصیت استفاده‌کرده آنرا توسط قسمت اول دستگاه رسم می‌کنند .

قسمت‌دوم‌دستگاه حرکت الکترونهائی‌را که‌ازمتلاشی‌شدن مزون (u ـ) ناشی‌شده است رسم می‌نماید . فاصلهٔ زمان این‌دو لحظهٔ ازروی رسم‌آنها به وسیلهٔ جریانی‌که تأخیرآن بااین دو رسم منطبق باشد اندازه می‌گیرند .

اندازه‌گیریها ثابت‌کرده‌که عمرمترسط مزون (u ـ) در حال حرکت از ۲/۸ تا۲/۹ میلیونم ثانیه است .که این رقم برای مزون (u ـ) درحال استراحت به۰/۰۷± ۲/۱۵ میلیونم ثانیه می‌رسد .

به این‌طریق درفرضیهٔ مربوط به‌تعیین سن‌مزونهادرحال استراحت ودرحال‌حرکت اختلاف داشته وبهمین نسبت‌که ذکر شد با دردست داشتن یکی‌می‌توان دیگری را بدست‌آورد .

روش تطابق تأخیر ها اجازه می‌دهدکه زمانهـای بسیار کوتاه حتی‌چند ملیاردم ثانیه‌را نیز محاسبه‌کنند.

این‌نتایج درمدت‌های طولانی‌وواقعاً خسته‌کننده‌ای‌بدست آمده و محاسبات آن نتیجه مدت هـای مدیـد صرف وقت بوده است .

درواقع دستگاهی‌که با این‌روش‌کارمی‌کند برای‌اندازه‌ـ گیری فاصلهٔ زمانهای فوق‌العاده‌کوتاه وتنظیم دستگاهها اندازه گیری به‌کار می‌آید .

اگربرای‌تعیین‌طول‌زمان پدیده ازاین‌وسیله استفاده شود لازم است‌که تعدادی‌ازاین دستگاه بدنبال‌هم بسته شود تا بتوان مدت انجام پدیده‌را مطالعه‌کرد .

بسیارجالب است اگراین‌دستگاه را باساعت شنی یا حتی

زمانسنج‌های دقیق مقایسه کنند.

برای اندازه گیری فاصلهٔ زمانهای فوق‌العاده کوتاه و حرکات فوق‌العاده سریع و پدیده های متغیر و یا جدا کردن دو پدیده‌ای که به دنبال هم صورت می گیرند ازاین دستگاه‌استفاده می‌شود.

سنجش از روی اختلاف‌فاز

اگردوچرخ شعاعی انتخاب کرده وازهر کدام یك میلهٔ شعاعی‌را به رنگ قرمز درآوریم واین دوچرخ را پهلو به‌پهلو قراردهیم، به طوریکه‌شعاع های قرمز درست روبروی‌هم‌باشند؛ هرگاه هردوچرخ را باهم بحرکت درآوریم وسرعت آنها نیز یکنواخت باشد شعاع های قرمز رنگ همیشه مقابل یکدیگر خواهند بود.

اگرفرض کنیم سرعت هرچرخ یك دور در ثانیه باشد، وهردورا بایك سرعت ولی‌با اختلاف $\frac{۱}{۱۰}$ثانیه‌به‌حرکت‌درآوریم به طور واضح دیده می‌شود که شعاع‌های قرمزرنگ نسبت به هم زاویه دارند درحالیکه سرعت هردو برابر بوده، علت پیدایش زاویهٔ بین‌دوشعاع را می‌توان فهمید.

حل‌این مسأله آسان است زیرا شعاع قرمزدوم به‌اندازهٔ $\frac{۱}{۱۰}$محیط‌دایره که‌معادل ۳۶°است$\frac{۳۶۰}{۱۰}$ازدایره اول عقب تراست.

این اختلاف درتمام مدت چرخش ویا تا وقتی که سرعت ثابت است ثابت میماند.

به‌عکس اگرسرعت‌دوران چرخهارا دانسته ونسبت زاویهٔ بین دوشعاع را بدانیم وبخواهیم تأخیردومی‌رابه اولی‌پیداکنیم

به طریق زیر عمل می‌نمائیم .

می‌دانیم که نسبت تأخیر دومی به اولی مثل نسبت زاویهٔ دومی به اولی است.

مثلاً اگر نسبت زاویه‌ها $\frac{۱}{۴}$ باشد ، معلوم است که تأخیر زمان از یك دور دایره کوچکتر بوده و به‌اندازه $\frac{۱}{۴}$ محیط آن است .

اگر سرعت چرخش چرخها زیاد باشد ؛ زاویهٔ انحراف شعاع‌های قرمز نیز نسبت به‌هم زیاد خواهد بود، لیکن در تأخیر کم باید سرعت بسیار زیاد باشد تا اختلاف زاویهٔ آنها نیز زیاد گردد .

بنابراین برای اندازه گیری فاصله زمانهای بسیار کوتاه باید به چرخها سرعت خارق‌العاده بدهیم . و برای اینکه دچار چنین مشکلی نشویم باید ازدستگاههای الکترونی استفاده نمائیم.

یعنی بجای استفاده ازدوچرخ، باید دو مولد که جریان متناوب سینوسی بادوره‌های تناوب زیاد دارند انتخاب کرد، به طوریکه دوره های تناوب هردو یکسان باشد .

اگر دو مولد درست دریك لحظه باهم شروع به‌کار کنند، حداکثر وحداقل منحنی‌ها برهم‌منطبق خواهند بود ودراینصورت می گویند دومولد هم فازهستند یا اختلاف فازشان صفراست. اما اگر مولد دومی کمی‌دیرتر از اولی شروع به کار کند نقطهٔ حد اکثر منحنی آن نسبت به نقطهٔ نظیـرش در منحنی اول تأخیر خواهد داشت ، در این صورت می گویند این دو مولد اختلاف فاز دارند .

اگر تواتر مولدتقریباً ۱۰هزار دور درثانیه باشد، مدت هریك‌ازنوسانات $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ ثانیه خواهد بود، به فرض اینکه مولد

دوم باندازه یك میلیونم ثانیه نسبت به مولد اول تأخیر داشته باشد، اختلاف فازبین آن دوباندازهٔ $\frac{۱}{۱۰۰}$ تواتر خـواهد بـود . بعکس اگربخواهیم اختلاف فازبین نوسانات را بدانیم‌می‌توان تأخیر مولد دوم‌را نسبت به اول بدست آورد .

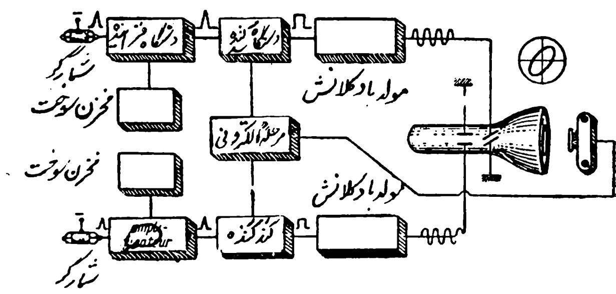
درمولدی‌که بادورهٔ تناوب زیادکار می‌کند، فاصلهٔ زمان با اختلاف فاز بین‌نوسانات نسبت مستقیم دارد .

اینها اصول یك دستگاه سنجش با اختلاف فـاز است‌که طرح آنرامؤلف به صورت زیربیان‌کرده است :

دوجریان الکتریکی‌که عمل محاسبهٔ ما برحسب اختلاف فاز آنها است وارد دستگاه می‌شوند .

هریك ازاین جریانها به وساطت دستگاه فزایندهٔجریان الکتریك را بازمی‌کنند، دومولد دارای دورهٔ تناوب زیاد بوده وبادکلانش (۱) کارمی‌کنند ودارای تواتریکسان می‌باشد .

(مطابق شکل ۴۲)



شکل۴۲ ـــ دستگاه مبتنی براختلاف‌فاز

1- Déclenche

برای اندازه گیری؛ اختلاف‌فاز؛ یعنی نوسانات دومولد معمول است که ازورقه های منحرف‌کننده و نوسانگار کاتودی استفاده شود .

این مولد ، دسته الکترونها را در ورقهٔ افقی ، و دومی آنهارا به ورقه‌های عمودی میرساند.

به این‌طریق به دونوسان سینوسی که دارای یك تواترند حالت عمودی بین‌آنها نیزاضافه می گردد. این‌وضع روی‌صفحهٔ حساس نوسانگار لیساژو (۱) ملاحظه می‌شود .

برای اختلاف فازبرابر صفریك خط‌مستقیم رسم‌می گردد که نسبت به صفحهٔ مایل‌است .

وقتی اختلاف فاز زیاد باشد خط راست تبدیل به بیضی‌و دایره شده وبرای اختلاف‌فازی‌که ازیك‌تواتر تجاوزکنددوباره تبدیل به یك خط راست ولی درجهت عکس‌می‌شود . و بـرای احتلاف فاز بسیار زیاد این‌عمل دوباره تکرار می گردد.

در اشکال بیضی (نسبت به نیمه محورش) می‌توان‌اختلاف فازرا تعیین‌کرد وبنابراین فاصلهٔ زمان را اندازه گرفت .

برای اندازه گیری‌فاصلهٔزمانی‌بالاتر ازیك دور؛ به‌وسیله جریان مخصوصی‌که با دو کانال به دستگاه مربوط می‌شود ، از منحنی‌ها عکسبرداری می کنند .

این جریان‌برای عکسبرداری‌وارد دستگاه می‌شود. اگر فاصلهٔ زمانی بین‌امواج ازنیم دوره تناوب تجاوزکند ، یعنی بعد ازنیم دوره تناوب جریان دیگری وارد شود.

اختلاف آنهابه چند دهم ثانیه‌می‌رسد ومدت چنددهم‌ثانیه شکل روی صفحهٔ حساس کاتـودی توقف می کند وبـه‌کمك آن

1- Lissajous

تشخیص عقب افتادگی ودر نتیجهٔ محاسبهٔ زمان آسان می‌شود .

همچنین وقتی که فاصلـهٔ زمانی اندازه‌گرفته شده خیلی کوتاه هم باشد ، تصویر مدت زیادی روی صفحهٔ حساس باقی می‌ماند، به طوریکه می‌توان ازآن‌عکسبرداری‌نمود .

درچنین‌دستگاه به‌کاربردن‌جریان های با دوره‌های‌تناوب فوق‌العاده زیاد بیهوده است زیرا توقف تصویر اجـازه می‌دهد که نوسانـنگاری باشدت‌کم‌ووضع ساده بنابردورهٔ تناوب‌انتخاب شده به‌کار رود .

دستگاه سنجش اختلاف فاز برای اندازه‌گـیری فاصلهٔ زمانهای درحدود میلیونیم ثانیه به کار میرود .

دستگاه نوسانگار پر بسامد

چنین دستگاهی بـرای اندازه‌گیری زمانهـای فوق‌العاده کوتاه وپدیده هائی‌که معمولاً منظم و تکراری نیستند از قبیل مطالعات اتمی وهسته‌ای و رادیواکتیویته و اشعهٔ نهادی بـه کار می‌رود .

این دستگاه بعکس دستگـاهی‌که قبلاً شرح داده شد (باانطباق تأخیرها) عمل‌شمار را به طور مداوم انجام می‌دهد وحسن‌آن اینست‌که می‌تواند به‌طور مستقیم رقم فاصلهٔ زمانی‌را که اندازه‌گرفته شده اعلام نماید .

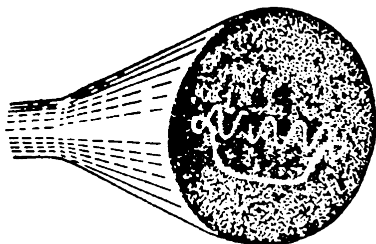
اصول ساختمانی این دستگاه به شرح زیراست :

توسط موادی دسته الکترونهای دستگاه کاتودی باسرعت زیاد به طرف صفحهٔ حساس رانده می‌شوند .

در این وقت دونوع مـوج به ورقه های منحـرف‌کننده می‌رسند .

اولین موج ؛ دسته الکترونها را که در محور لوله سیر می‌کند منحرف کرده ودومین موج دوباره دسته الکترونها را به محور اصلی خود می‌کشاند . درنتیجه دستهٔ الکترونها باسرعت زیاد درطول محور تغییرمکان‌داده روی صفحهٔ حساس نوسانگار یك منحنی به شکلU به طور معکوس ایجاد می‌کند . (مطابق شکل۴۳)

این‌منحنی‌اجازه می‌دهد که‌درطول‌زمان قضاوت‌شود. درانتهای دستگاه روی صفحهٔ نازك‌حساس‌یك‌منحنی به شکل U وارونه و یك منحنی‌سینوسی با دورهٔ تناوب معلوم ایجاد می گردد . از



شکل ۴۳

منحنی به شکلU وارونه‌مدرج به‌زمان

مقایسهٔ منحنی ها به سهولت می‌توان فاصلهٔ زمان مورد نظر را تعیین کرد. اگر بعنوان‌مثال دورهٔ تناوب جریان متناوب‌سینوسی توسط مولدی $۱۰^۷$ درثانیه ومنحنی به شکل U وارونه ، دارای طول مساوی۴ منحنی سینوسی‌باشد زمان پدیده‌اندازه گرفته‌شده مساوی$۱۰^{-۷}$ × ۴ ثانیه خواهد بود .

یك نوسانگار معمولی(کم‌بسامد) نمی‌تواند بااین‌دستگاه کار کند ، زیرا زمانیکه برای رسم این‌منحنی صرف شده فوق‌العاده کوتاهتر از آن است که بتوان از آن عکسبرداری‌نمود.

دریك نوسانگار پربسامد با الکترونها بین‌الکترودهائی که دارای پتانسیل بیش‌ازچندین‌ده هزار ولت است قراردارند و درحالی‌که‌باسرعت حرکت می‌کنند به شدت به ورقهٔ حساس

برخورد کرده ودرنتیجه‌اشعهٔ تندی برمی‌خیزد. لذا باهمهٔ‌سرعت دستهٔ الکترونها می‌توان تصویر راآزمایش کرده و عکسبرداری نمود .

دستگاه با بسامدزیادمی‌تواند بدون توقف مقدار زیادی‌از زمان راانداز، بگیرد وهیچگاه‌دستگاه‌را قبلاً برای‌اندازه گیری زمان معین میزان نمی کنند.

چنین‌دستگاهی‌می‌تواند در حدود ملیاردم ثانیه رااندازه بگیرد .

بین‌سایر دستگاههای‌سنجش‌این‌دستگاه‌برای‌اندازه گیری سرعت تجزیه اغلب ایزوتوپ‌های‌رادیواکتیف وطول عمرانهدام آنها به‌کار میرود .

بعنوان مثال دورهٔ عمر رادیواکتیو ناشی ازمتلاشی‌شدن ایزوتوپ ۱۹۷ جیوه اندازه گیری شده وبه ۷ ملیـاردم ثانیه رسیده است .

عده‌ای از فعالیت های اتمی‌وهسته‌ای بازهم در زمانهای کوتاهتری صورت می گیرد.

لذا مسأله دیگریعنی‌اندازه گیری زمان‌های هزار مرتبه کوچکترازملیاردم ثانیه پیش‌می‌آید .

این‌تحقیقات هنوز ناکافی است.

دربعضی شرایط مسأله اندازه گیری بقدری اهمیت دارد که شناختن روش‌های اندازه گیری‌دقیق‌تررا می‌توان یك‌کشف بزرگ نامید .

دستگاهی که بتواند فاصله زمانهای بسیارکوتاهتر ازاین را اندازه بگیرد زمانگیر گفته می‌شود نه اندازه گیرزمان، یعنی به سرعت زمان حرکت می کند.

دستگاهی که شرح دادیم درمطالعهٔ بعضی ازمسائل مربوط

به ساختمان ماده و رادیوآکتیویته به‌کار می‌رود . و امتیازاتی برسایر دستگاهها دارد .

دستگاههای اندازه‌گیری زمان به نوبه خود برای حـل مسائل‌فیزیك وپدیده‌های جدید فیزیکی‌کشف‌شده؛ وبرای‌ایجاد روش‌های جدید اندازه گیری زمان‌نیزمفیدند .

درفصول‌آینده ازاندازه‌گیریهای تشعشات رادیوآکتیویته واندازه‌گیری زمان های دراز بحث خواهیم‌کرد.

۱۳

سفری به گذشته

ساعت هزاره ها

باستانشناسان برای مطالعهٔ گذشته انسان؛ تأسیس و گسترش و نابودی مللرا دراعصار گذشته مطالعه می کنند .

این مطالعات به وسیلهٔ ؛ ابزار ؛ اشیاء ؛ لباس، لوازم زندگی؛اسلحه ویا هرچیز دیگری است که نمودار تمدن بشری باشد . اغلب این آثار اززیر خروارها خاك بیرون می آید .

ازروی وسائل پیدا شده وچگونگی آنها به زدوخوردها وجنگها وارتباط بین ملتها می توان پی برد .

با این همه ؛ پیدا کردن سن واقعی شیئی پیدا شده کاری دشوار بود .

اکنون می پردازیم به اینکه چگونه عمریك شیئی را تخمین میزدند ؟

در دشتهای وسیع روسیه زیر تل خاك ها گاهی جسدسربازان قدیمی را با اسلحه ولباس وزمانی بااسب وزین ویراق آن پیدا کرده اند .

زیرا درعده‌ای ازمذاهب معمول است که مرده را با همهٔ اشیاء متعلق به‌او به خاك بسپارند .

اگرجنگجوئی بمیرد یا میمیرد ، نه تنها ساز و برگ جنگی، بلکه اسب اورانیزهمراهش‌دفن می‌کردند. ومعتقدبودند که مرده باید همیشه با وسائل‌کافی مجهز باشد زیرا روزی به آنها احتیاج پیدا خواهدکرد .

پشته خاك های وسیع دشت های وسیع روسیه نشانه‌تمدن بسیار قدیمی ملتی‌است که آنجا میزیسته‌اند ؛ واکنون هزاران سال ازآن زمان می‌گذرد .

این قبیله بنام سارمات(۱) نامیده می‌شدند وگسترش‌زیاد داشته‌سرزمین‌آنها، ازمغرب به‌کارپارت(۲) وازمشرق‌به سرزمین های‌پامیر(۳) وآلتائی (٤)محدودبودند .

کشفیات اطراف ناحیه سمفروپول (۵) یعنی ناپل (٦) دورهٔ تاریخی جدیدتری را نشان می‌دهد .

زیرالوازم زندگی‌کشف شده‌آنها نمودار اینست که‌مردم مذکور دارای تمدن تقریباً شهری‌بوده‌اند .

عمراین قبیله وتمدن آنها را از روی ساختمان قبرهاو اشیاء داخل‌آنها تخمین میزنند .

اشیائی‌که دراین نواحی پیداکرده‌اند شامل ظروفی از ازگل پخته به سبك یونان‌و پارچه هاوآئینه‌هائی به‌سبك چینی‌ها بوده است .

این وسائل بخوبی ملیت اصلی این قبیله را نشان داده و معلوم‌می‌کندکه‌ازکدام‌سمت گیتی به این‌ناحیه روی‌آورده‌اند.

1- Sarmates 2- Carpates
3- Pamir 4- Altaï
5- Simféropol 6- Naples de Scythie

حفریات ناحیه دنیپر (۱) نشان داده است که مردم آن جزء اولین ملتی بوده‌اند که به‌زراعت پرداخته ،و وسائل کشاورزی آنها از سنگهای تراشیده تشکیل می‌شده که ابتدائی‌ترین وسیله کشت وزرع محسوب می گردد .

تاریخ زندگی این قبیله را به ۵۹۰۰/ سال پیش نسبت می‌دهد .

تمدن وزندگی‌این‌ملت‌را میتوان به‌شرح‌زیر خلاصه‌کرد:

ازتصاویر حیوانات اهلی که روی سنگ یا ظروف کنده شده میتوان‌فهمید که‌این ملت به اهلی‌کردن عده‌ای ازحیوانات موفق شده است .

کلنگ‌ها وتبرهای آنها دسته‌های چوبی‌دارد و غالباً به جای تیغه ازشاخ گوزن استفاده کرده‌اند.

به جای چاقو از بقایای جانوری فسیل‌شده که‌اغلب لبتیز وبرنده‌اند استفاده میکرده‌اند .

سنگهای تراشیده‌را جهت شیارکردن زمین وکاشتن‌دانه به‌کار برده‌اند .

مجسمه‌های گلی پیداشده ؛ نمودارا‌ینست‌که باهمین‌وسائل ابتدائی می‌توانستنه‌اند به شکار حیوانات وحشی‌بروند .

سایر وسائل زندگی آنها کاملاً نمودارتمدن بدوی‌آنها می‌باشد .

باستانشناسان اخیراً در ازبکستان (۲) شهری را زیر خروارها شن وماسه یافته‌اند .

این تمدن متعلق به خوارزمها (۳) بوده که نسبت به

1- Dniepre 2- Ouzbékistan
3- Kharézm

قدمت خود دارای تمدن جالبی بوده‌اند ولی هجوم قبایل وحشی آنرا ویران وخالی ازسکنه نموده است .

مردم قدیم مصر برای مرده‌ها اهمیت خاصی قائل بودند وشهر مرده های آنها دارای جاه و جلال بیشتری بوده است . آنها معتقد بودند که برای مقبول‌شدن مرده‌ها نزد خدایان باید آنهارا با عطرهای خوش معطر کرده و تابوت مردگان را به بهترین وجهی زینت بخشند و به عنوان ره آورد ثروت زیادی با آنها به خاك می‌سپردند وکلیه اشیاء ولوازم شخصی مرده را نیز بااو دفن میکردند .

فراعنه مصر برای مرده ها شهرمی‌ساختند و برای خود نیز درآن‌قصور مجلل‌وباشکوهی برپا میکردندواهرام امروزی مصر نمودار این‌طرز تفکر است .

ازروی همین آثارپیداشده؛ وقایع تاریخی شامل حوادث جنگها ، تغییر رژیم حکومت ها حدس زده می‌شد وگاهی این وقایع‌بقدری تعیین می‌شدند که‌عده زیادی ازوقایع نگاران‌بدون اطلاع ازکارهم آنرا تأیید میکردند.

دردست داشتن تاریخ‌مشخص‌چنین وقایعی به روشن شدن تاریخ کمك مؤثری می کند .

به عنوان مثال : یکی از حوادث بسیار قدیمی چین مربوط به دو منجم‌بنام کهی(۱)کهو(۲) است که چون‌نتوانستند کسوف را پیس‌بینی کنند در ۲۲۰۰ سال قبل ازمیلاد محکوم‌به مرگ شدند .

با محاسبه نجومی‌نیز‌توانسته‌اند به طور دقیق تاریخ این این‌حادثه را حساب کنند و معین شده که وقایع نگاران تاریخ

1- Khi 2- Kho

حادثه را درست نوشته‌اند.

باوجود این ؛ تعیین دقیق تاریخ حادثه‌ای، یا عمر شیئی به این ترتیب فوق‌العاده نادر است . با علم به اینکــه دانستن تاریخ هر ملت ضرورت کامل دارد وشناختن تمدن ابتدائی بشر لازمه دانش امروزی است ؛ باید روشی اتخاذ نمود که بتوان عمر اشیاء ساخته شده را فهمید ودستگاهی ساخت که قادر باشد عمر گذشته اشیاء واجسام وتاریخ تمدن بشری‌را نشان دهد .

عمراشیائی که ریشهٔ حیاتی‌دارندبه وسیلهٔ ساعتی که علمای رادیوشیمی‌شناخته‌اند محاسبه میشود .

این‌ساعت کربن‌رادیو آکتیو است .

بمحض اینکه یك باستانشناس پس‌ازماهها ، بلکه سال‌ها زحمت وکارش چیزی یافت که منشأ حیاتی‌دارد لازم نیست بــه فرضیه وتخمین متوسل گردد و از زحمات خود احتمالاً نتیجهٔ مطلوبی نیز بدست نیاورد ، بلکــه جسم پیداشده را به مؤسسهٔ رادیوشیمی می‌سپارد تاتاریخ دقیق آنرا باو بگویند .

کربن رادیو آکتیو

زغال‌درطبیعت بیش‌از هرچیزفراوان است . درساختمان مواد ، بخصوص مواد آلی عنصر اصلی و عضو دائمی کربــن است .

کربن طبیعی سه ایزوتوپ دارد :

۱ـ کربن‌۱۲ (وزن‌اتمی) که ۹۸/۹٪ زغال‌یك‌جسم آلی را تشکیل میدهد .

۲ـ کربن‌۱۳ (وزن‌اتمی) که ۱/۱٪ از زغال یك جسم آلی‌است .

۳ـ کربن ۱۴ (وزن اتمی) که نسبت آن بسیار کم است .

کربن‌های ۱۲ و ۱۳ ازایزوتوپ‌های پایدارند، ولی کربن ۱۴ رادیوآکیتو می‌باشد، یعنی هستهٔ این کربن ناپایدار بوده و به نسبت گذشت زمان لاغر شده وسبك می گردد .

تشعشات رادیوآکتیو کربن ۱۴ مانند اشتعالی است که مرتب ازوزن کربن می‌کاهد .

پس از اتمام عمل کاهش، کربن بـه یك الکترون مبدل می گردد .

این کربن‌را بادستگاه تشعشعسنج (۱) موردمطالعه‌قرارداده‌و شدت تشعشات آنرا می‌سنجند .

شدت تلاشی کربن ۱۴ بقدری است که مقدار آن بعد از ۵۷۰۰ سال نصف‌می‌شود . واگر به طریقی ساختمان این عنصر تجدید نگردد، پس‌ازچندصد هزارسال دیگر به طور کلی کربن ۱۴ درسطح زمین ازبین میرود .

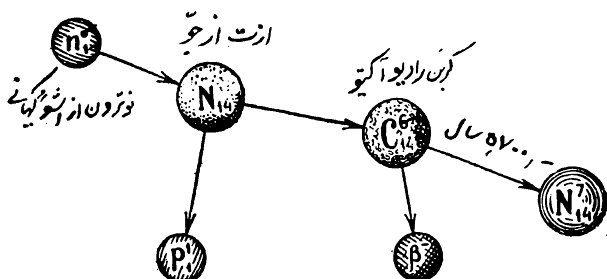
کربن‌رادیوآکتیف به وسیله پرتوکیهانی‌ساخته می‌شود.

پرتوکیهانی شعاعی‌است که ازفضای بین‌کواکب می‌آید و حاوی مقدار زیادی انرژی است . و وقتیکه به جوزمین میرسد مقدارکمی‌ازازت‌را به‌کربن۱۴رادیوآکتیو مبدل میکند .

نوترونهای تشکیل دهندهٔ اشعه‌کیهانـی بانوترون ازت جو برخورد کرده‌و باآن جمع میشوند . (شکل ۴۴)

کربن۱۴مانند سایرکربن‌ها میتوانند بااکسیژن‌ترکیب شده وانیدریدکربنیك بدهد و درطبیعت گردش‌کند. یعنی باعمل کربنگیری وارد گیاهان شده و بزمین‌منتقل گردد، ویا به‌صورت کربنات‌ها درآب دریا جمع‌شود و ...

1- Radiometrique



شکل ٤٤ــ طرح تشکیل و تلاشی کربن ١٤

حیات و مرگ همهٔ موجودات زنده همین تبادلات است .

همواره گیاه از هوا و زمین موادی جذب کرده و آنهارا به دیگری تبدیل مینماید .

در گیاهان عمل تشعشع کربن ١٤ تاوقتی که گیاه زنده است متوقف بوده و پس از مرگ گیاه مانند کربن ١٤ موجود درجو عمل میکند .

مثلاً اگر گیاهی دریك مدت معین ١٠٠ گرم کربن به صورت های مختلف (ریشه‌های موئین یا به‌وسیلهٔ برگ ازهوا) دریافت کند، بی‌شك ٩٩ گرم آن ١٢و١٣ یعنی از کربن‌های باثبات وفقط یك گرم آن کربن ١٤ خواهد بود.

به فرض اگر دراین لحظه عمل مبادلهٔ گیاه قطع شده و در نتیجهٔ گیاه بمیرد ، با گذشت زمان میزان کربن‌های باثبات بدون تغییر مانده و کربن ١٤ به تناسب زمان مرتب کاسته شده متلاشی میگردد .

دوره رادیو آکیتو را به‌تو (T) نشان میدهند واین‌علامت

آنست که در این مدت نسبت جسم به‌نصف میرسد. به فرض اگر دریك درخت یك گرم کربن ۱٤ باشد .

پس‌از ۵۷۰۰ = T سال بیش‌از نیم گرم کربن ۱٤ دردرخت مذکورنخواهد ماندکه بعداز ۱۱٤۰۰ = T ۲سال تنها ۲۵/. گرم وبه این‌ترتیب هرچه جسم آلی قدیمی‌ترباشد نسبت درصد کربن ۱٤ آن کمترخواهد بود .

به وسیلهٔ کاهش کربن ۱٤ می‌توان عمرعنصری راکه ریشهٔ حیاتی‌دارد اندازه گرفت .

مطلب‌مهم‌دانستن نسبت‌درصدکربن رادیوآکتیوجسم‌است.

میزان‌کربن۱٤ و سایرکربن‌ها دریك جسم زنده همان نسبتی است‌که در جو وجود دارد . واین نسبت به طریق زیــر محاسبه می گردد.

برای‌هریك گرم کربن مخلوط، ۱۲اتم(کربن ۱٤) وجود داشت، بعداز مرگ عضو زنده تبادل کربن باجو قطع می‌شود ، به طوریکه در یك گرم کربن مخلوط بدست آمده (به وسیلــهٔ سوزاندن) ازیك درخت بعداز ۵۷۰۰ سال هنوز٦اتم کربن ۱٤ وجود خواهدداشت .

این روش‌باید مانند تمام روش های علمی با تجربه ثابت گردد . تااطمینان حاصل‌شودکه عمر سنج قرن‌ها راحساب می کندوساعتی‌است که نه‌عقب‌می‌ماند و نه حرکت آن‌سریع‌ترمی‌شود .

آزمایش ساعت هزاره‌ها

تشعشات رادیوآکتیوکربن ۱٤مانند سایرتشعشات رادیو آکتیو به‌کمك شمارگرگیگر(۱) اندازه گرفته میشود .

1- Geiger

شمارگر گیگر فوق‌العاده حساس بوده وقادراست تشعشات راجداگانه تعیین کند .

در عصر حاضر اندازه گیری رادیوآکتیو اجسام مطلب ساده‌ای‌است، لیکن باوجوداین ساختن‌هزاره سنج یعنی‌دستگاهی که بتواند قرنهای گذشته را محاسبه‌کندکارآسانی نیست. برای امتحان‌کربن ۱٤ باید جسمی راکه ریشه حیاتی دارد بشناسیم و بدانیم که بطور دقیق عمر آن چندسال و متعلق بچند قرن پیش‌است. سپس باکربن‌۱٤موجوددرآن آزمایش کنیم‌و به‌این‌وسیله صحت عمل راثابت نمائیم .

برای‌تحقیق‌درعمل کربن‌۱٤ ،هفت‌نمونه‌پیداکرده‌وآزمایش نموده‌اند. ومتناسب بودن تشعشات رادیوآکتیو کربن ۱٤ را با زمان بطوردقیق به‌ثبوت رسانده‌اند. این ۷نمونه ازچوب بوده وبقرار زیر است :

۱ـ قطعه چوبی‌ازکاج، متعلق به‌منطقه معتدله پیداشده‌که سن آن از روی دوایر موجود روی چوب وکربن ۱٤ مساوی ۵۰±۱۳۷۲سال تعیین شده است .

۲ـ یك تابوت مصری‌که تاریخ آن مشخص بوده و با محاسبه نیز ۱۵۰±۲۱٤۹ سال نشان داده شده است .

۳ـ قطعه چوبی‌که متعلق بیکی‌ازبناهای قدیمی سوریه و مربوط به۵۰±۲٦۲٤سال قبل بوده است .

٤ـ انتهای‌تنۀدرختی بنام ماموت(۱)که ازروی‌حلقه‌های موجود درآن به۱۰۳۱تا ۹۲۸ سال قبل ازعصر ما تعلق داشته است. وباکربن‌۱٤نیز عمرآن همین اندازه یعنی ۵۲±۲۹۲۸ سال تعیین شده است .

۵ـ یکی‌ازتخته‌های تابوی سزوستریس(۲)فرعون مصرکه

1- Séquoi 2- Sesostéris

متعلق به ۵۰±۳۷۹۲ سال قبل بوده است.

۶و۷ـ یك قطعه چوب از جنس سرو آزاد متعلق به قبر سنافرو(۱) و دیگری چوبی از درخت اقاقیا متعلق به قبر ژوسر(۲) که هردو مربوط به ۷۵±۴۶۰۰ سال قبل بوده‌اند.

قبور سلاطین گذشته و تابوت‌های آنها بهترین وسیله آزمایش دستگاه ساعت هزاره‌ها است. نسبت کربن ۱۴ رادیوآکتیو موجود در درخت‌ها وچوب‌های قدیمی به‌مراتب کمتر از درختان زنده‌است.

مثلاً بهمان نسبتی که یك تخته‌ازچوب کاج ازیك درخت امروزی کاج کربن ۱۴ کمتری دارد، بهمان نسبت عمر آن نیز زیادتر بوده است.

دریك گرم کربن مخلوط ازکاج متعلق به ۱۳۲۷ سال قبل هنوز ۱۱ اتم کربن ۱۴ وجود داشت. و در چوب تابوت مصر که ۲۱۴۹ سال ازعمرش میگذشت تقریباً ۹/۵ اتم درحال تغییر بود. و در چوبی که از قصر قدیمی سوریه متعلق به ۲۶۲۴ سال قبل دریك گرم کربن مخلوط ۹ اتم کربن ۱۴ را درحال تغییر یافتند.

بالاخره در نمونه ۲۹۲۸ ساله ۸/۵ اتم کربن ودر نمونه ۳۷۹۲ ساله ۸ اتم ودر نمونهٔ ۴۶۰۰ ساله ۷ اتم کربن ۱۴ را درحال تغییر مشاهده کردند.

تاریخ دقیق این اشیاء معلوم بود ومحاسبه باکربن ۱۴ رادیوآکتیو نیز آنها را تأیید کرد.

باین ترتیب توانستند باکربن ۱۴ رادیوآکتیو در ۷ مورد بین ۱۳۷۲ تا ۴۶۰۰ سال را بدون کمترین اختلافی در مورد اشیائی که ریشه حیاتی داشته‌اند آزمایش کرده و عمر آنها را محاسبه نمایند.

1- Snafrou 2- Jocer

هزاره سنجی باکربن رادیو آکتیو

درساعت‌های شنی وآبی و شمعی ملاك اندازه‌گیری زمان ریزش شن، آب ویا سوختن شمع بود. وتمام شدن‌آب یاشن و میزان سوختن شمع زمان‌را اندازه میگرفت .

ساعت باکربن۱٤ رادیوآکتیو نیزچنین وضعی‌دارد، زیرا با تشعشات از وزن‌کربن‌کاسته شده ونسبت‌کم شدن‌کربن مأخذ سنجش است .

ساعت‌کربن رادیوآکتیو صفحه وعقربه ندارد .

محاسبهٔ سن جسمی‌که ریشه حیاتی‌دارد خود مسأله‌ای‌در علم رادیوشیمی(۱) است .

دانشمند علم‌رادیوشیمی، برای تعیین سن یك قطعه چوب آنرا میسوزاند وکربنش رابدست میآورد. کربن حاصل‌مخلوطی ازسه‌ایزوتوپ‌است. که‌دو نوع‌آن یعنی‌کربن‌های بوزن اتمی۱۲ و۱۳درتعیین سن جسم مورد آزمایش هیچگونه ارزشی ندارد . تنهاکربن ۱٤ رادیوآکتیوکه بمقدارکم درمخلوط یافته میشود برای ارزیابی زمان مورد استفاده قرارمیگیرد .

برای اینکارکافی است یك‌گرم از مخلوط راکناردستگاه شمارگررادیو آکتیورقراردهند .

دراینصورت دستگاه بتعداد اتم‌کربن۱٤موجود درنمونه؛ منحنی رسم میکند .

درواقع دانستن تعداداتم‌کربن رادیوآکتیوجسم شناختن عمرآنست زیراتعداد اتم‌کربن۱٤دراصل‌معلوم است وباندازه‌ای که‌کاسته شده ازعمرآن‌گذشته است .

1– Rodiochimie

با این روش میتوان سن هر جسمی را که در آن ماده سوختنی موجود باشد معلوم کرد .

مطالعاتی که در دانه گرده‌ها ک(۱) گیاهان فسیل بعمل آمده، در تعیین سن آنها نتایج جالب داشته است .

در ایران عده‌ای از باستان شناسان با کاوش های خود استخوانهائی بدست آورده‌اند که اطراف آنها بقایای کفنهای پارچه‌ای پیدا شده و آزمایش نشان داده که متعلق به ۸ تا ۱۱ هزار سال قبل بوده است .

درشوروی نیز باستانشناسان در کلیه حفاریها وکاوش‌های خود برای تعیین سن اشیاء مکشوفه از رادیو آکتیو کربن ۱۴ استفاده مینمایند .

درغاری بنام لاسکو(۲) واقع درفرانسه که دیوارهای آن بوسیله مواد رنگی نقاشی شده بود آزمایش با کربن ۱۴ نشان داد که به ما قبل تاریخ تعلق داشته وازعمر نگارش آنها ۹۰۰ ± ۱۵۵۱۶ سال میگذرد .

استفاده از رادیو آکتیو کربن ۱۴ امروز متداول شده است .

مخصوصاً بقایای زغالی اجسام ماقبل تاریخ یا صدف‌ها و اجسامی که مورد استفاده انسانهای اولیه بوده‌اند بخوبی مورد استفاده قرارمیگیرند .

اطراف معبد خورشید واقع در پرو (۳) مقداری صدف، طناب و بقایای جانوری بدست آمده که آزمایش نشان داده متعلق به چند صدیا ده‌ها هزار سال پیش بوده‌است .

1- Spore 2- Lascau
3- Pérou

کشف رادیو آکتیو کربن۱۴ در روشن کردن تاریخ حیاتی زمین نقش مؤثری دارد .

درمصر جوو گندمی یافته‌اند که متعلق به ۶۰۹۵±۲۵۰ سال قبل بوده است .

درعراق صدف حلزونی متعلق به ۶۷۰۷±۳۰۰ سال قبل پیدا شده است .

درکرانه های بحرالمیت طوماری که نوشته همراه دارد پیدا شده ومتعلق به ۱۹۱۷±۲۰۰ سال پیش بوده است .

در امریکا درغار فرت راک(۱) یك جفت کفش متعلق به ۹۰۵۳±۳۵۰ سال قبل پیدا شده است .

محققین روسی مدتها است برای مطالعه بمناطق یخبندان میروند دسته‌ای ازآنها در جزیره تایمیر(۲) ماموتی (جانوری شبیه فیل که نسلش منقرض شده است . مترجم) یافته‌اند که هیچگونه تغییری نکرده ومدت ۱۲ هزارسال بین یخ‌ها سالم‌مانده است .

برای تعیین سن این حیوان قسمتی ازز دپی آنراسوزاندند و با رادیو آکتیو کربن۱۴ آنرا اندازه گرفتند .

با این روش میتوان سن کلیه اجسامی راکه ریشه حیاتی دارند تا ۲۰ هزار سال بخوبی معلوم کرد .

1- Fért Rock 2- Taïmyr

۱٤

سن صور مختلف زندگی روی زمین

سن سنگهای زمین

قبل‌از بیان مشکلات تعیین دقیق سن زمین بهتراست با وسائل‌مختلف بجای چند هزارسال، فاصله زمانهای چند میلیونی را محاسبه نمائیم .

به‌این وسیله نه‌تنها به‌عمر طولانی اشیائی‌که دارای ریشه حیاتی‌است پی می‌بریم ، بلکه سن‌سنگها را نیز تشخیص‌خواهیم داد .

یافتن چنین راهی ؛ نه تنها در علوم زیستی (گیاهی و جانوری) بلکه در صنعت معادن نیز مفید بوده و نقش مؤثری دارد .

حال باید دیدکه به‌چه وسیله می‌توان ازوقایع هزارها ، بلکه میلیونها سال پیش‌آگاه شد ؟

چه آثاروعلائمی می‌توانند درتعیین تاریخ مفصل زمین‌ما را یاری‌کنند ؟

نوشته ها ، نقاشی‌ها وسایرآثارانسانی هرگز ازچندهزار

سال قبل تجاوز نمی‌کند و حال آنکه منظورما مطالعهٔ چندهزار سال قبل نبوده ، و می‌خواهیم به‌قلب قرون واعصار برویم . می‌دانیم هرچه از زمان حاضر دورتر گردیم کار مطالعه نیز مشکل‌تر می‌شود .

زیرا به تناسب دوری زمان ، تمدن انسانی کمتراست. و گاهی پیشروی درقرون گذشته بجائی‌می‌رسد، که درافق تاریك تاریخ جزخطوط کج و بی نظمی روی دیوار غارها بنام نقاشی انسانهای اولیه ؛ ویا تراش نامنظم سنگها، چیزدیگری دیده نمیشود .

دراین زمان انسانها برای‌حفظ جان خود به غارها پناه برده ، واجتماعشان ازچندنفر تجاوز نمی‌کرده است .

غارها به تناسب قدمت تنگتر و تاریکتر انتخاب شده و عجز انسانهای گذشته را درقبال عوامل طبیعی وحیوانات‌تأیید می‌کند وسائل دفاعی‌این انسانها هرگزازسنگهای نوك تیز ویا شاخ بلند حیوانات تجاوز نمی‌کرده است .

گاهی انسانهای قدیمی را در حالیکه زانوها را دربغل گرفته ؛ وپوست حیوانی بدنشان را پوشانده است یافته‌اند . درکنار این‌انسانهای منفرداغلب سنگهای دراز ویا تبرسنگی و غیره نیزدیده شده‌است .

این انسانهاکه روزی هیچ نقطه‌ای از جهان برایشان خالی از خطر نبوده ، امروزه برطبیعت و همهٔ موجودات آن حکومت می‌کنند .

برای روشن شدن چگونگی این‌تحولات، باید سن‌اشیاء مورداستفادهٔ‌این‌موجودات‌را بشناسیم تادرواقع‌این‌اجسام‌ازوقایع زمان باما سخن‌بگویند .

در اسپانیا غاری‌کشف شده‌که به هزاران سال قبل تعلق دارد .

این غار به تناسب زمان محل سکونت انسانها وحیوانات وحشی بوده است .

دسته‌ای ازاین‌موجودات مدتها زیسته وسپس‌نابودشده‌اند وتوده‌ای خاك اجساد آنهارا پوشانیده است .

پس‌ازمدتی مجدداً درغار زندگی‌آغازشده وباز به‌مرگ ونابودی منجر گردیده‌است...

در این غار ۱۳ مترخاك برداری شده و آثار و بقایای انسانی وجانوری فراوانی بدست آمده است .

دراولین‌قسمت یعنی‌طبقهٔ فوقانی مقداری استخوان انسان همراه باخنجر مثلثی‌شکل برنزی پیدا شده‌است . این اسکلت، وخنجر متعلق‌به ۲۰۰۰ سال قبل می‌باشد .

کمی‌پائین‌تر استخوان‌گوزن شمالی؛ همراه بااستخوان انسان ، وتعدادی وسائل زندگی‌یافته شده‌که عمر همهٔ آنهانیز درحدود دوهزار سال است .

۲ مترپائین‌تر، استخوانها وابزار زندگی یافته‌اندکه به ۱۰/۰۰۰سال قبل تعلق‌دارد .

یك مترپائین‌تر، آثار جانوران درنده نظیر کرگدن‌های یك‌شاخ پرپشم وخرس پیداکرده‌اند .

درعمق بیشتر، تبرسنگی و سنگهای سمباده برای تراش سنگ های دیگر پیداکرده‌اندکه به ۵۰/۰۰۰ سال قبل تعلق دارد .

طبقات منظم خاك های این‌غار تاریخ هزاران سال را دردل خود مدفون کرده‌اند .

مطالعه وتحقیق دراین غار ثابت‌کرده‌که برای هر ۲٫۵

سانتیمتر رسوب ۱۰۰ سال وقت لازم است ،

باستانشناسان با مطالعات خود در گوشه و کنار کره زمین ثابت کرده‌اند که تمدن هرگز ناگهانی و یکدفعه‌ای نبوده، بلکه برای تکمیل آن مدتی وقت صرف شده و پیشرفت آن بمرور انجام گرفته است .

بین ۱۲ تا ۲۵ هزار سال قبل درسطح زمین موجودی زندگی می‌کرده که دارای صورت پهن و جمجمهٔ دراز بوده که ماهیچه‌های جونده بسیار داشته است و ما آنرا انسان کرومانیون (۱) می‌نامیم .

بین ۲۵ تا ۵۰ هزار سال پیش کره زمین شاهد موجود دیگری بوده کـه صفات و اختصاصات آن حد واسطه انسان و میمون بوده است .

قوس ابروانش برآمده ، زانوهایش کمی خمیده، وتقریباً فاقد چانه بوده‌است .

همراه با این موجود وسائل دفاعی ، ازقبیل تبرسنگی ، خنجرسنگی، نیزه سنگی، وغیره پیدا شده، وما این موجود را آدم نئاندرتال (۲) می‌نامیم .

انسان پالدوان (۳) بین ۱۰۰ تا ۱۲۵ هزارسال قبل‌در سطح زمین میزیسته‌ونظمی که درزندگی این انسان مشاهده می‌شود، اورا ازمیمون‌ها جدا می‌سازد .

این انسان ازپوست حیوانات دیگر بعنوان پوشاك استفاده می‌کرده‌ودرسنگهائی که‌ازآنها وسائل دفاعی می‌ساخته کمی تغییر شکل داده است .

1- Cro – Magnon 2-Néanderthal
3- Paldouan

این‌آدم ها و انسانهای قبل ازآنها ، برای تهیه خانه‌و مسکن از سهل‌ترین وسیله طبیعی یعنی چـوب درختان استفاده نمی‌کرده‌اند .

درواقع می‌توان گفت قبل‌از ۱۲۵ هزارسال‌پیش‌درزندگی ازوسائل‌چوبی مطلقاً بهره‌ای برده نشده است .

انسان میمون‌ـ آدم(۱) تقریباً دراین‌عصرمیزیسته، قامتش نسبتاً راست و سرش بسیار شبیه میمون ،کمان ابروانش کاملاً برجسته ؛ سرش‌پهن و مغزاونصف مغزانسانهای فعلی‌بوده‌است.

قبل‌ازاین دورانها به دوره‌ای میرسیم که‌انسانی پیدا نشده وتنها حیوانات عظیم‌الجثه وگیاهان بزرگ وجود داشته‌اند .

قبل‌ازظهور انسان ؛ درسطح‌زمین‌پستانداران بسیارمتنوع ودرهوا پرندگان مختلف حکومت می‌کرده‌اند .

درآب نیزماهیان میزیسته‌اند .

تمام این‌دررەهادرقبال‌زمین‌فاقد جاندار ، (دوره‌زندگانی تازه) نامیده می‌شود .

این‌دوره تقریباً ۵۵ میلیون سال به طول‌انجامیده ودوره کاینوریك (۲) نامیده میشود .

دورهٔ قبل‌از (دوره زندگانی تازه) ۱۳۵سال طول‌کشید ودارای تابستانهای طولانی وگرم و درختانی است‌که درآنـها دوایر متحدالمرکز نشانهٔ منطقهٔ معتدله دیده نمی‌شود.

گسترش‌منطقهٔ‌گرم دراینـدوره به قطب هم رسیده‌وتابستان درتمام سال‌ادامه داشته است .

درآن دوره سوسمارهای عظیم‌الجثه نظیر برونتوزور (۳) دیده شده‌که وزنش ۳۰ تن یعنی‌معادل ۳۰ فیل‌افریقائی امروزی

1- Pithécantropes 2- Caynorique
3- Brontosaure

بوده است.

طول این‌جانور ۲۰ متر بوده و انسان برای اینکه طول آنرا به پیماید باید ۳۰قدم بردارد .

این‌دوره بنام(دوره زندگانی‌متوسط) بامزوزوئیك (۱) نامیده شده است .

درپایان این‌دوره آب و هوا سردشده و کلیهٔ جانوران متعلق به‌آب وهوای گرم ازبین رفته‌اند .

سپس‌دورهٔ دیگری‌آغاز گردید که ابتدای‌آن ۶۰۰میلیون سال، وپایان آن ۳٤۰ میلیون‌سال پیش‌بوده است.

این دوره آرام بوده وآب و هـوای گرم داشته ، لیکن گاهی منطقه‌سرد درکره زمین گسترش می‌یافته است. درابتدای این دوره زندگی فقط به اقیانوس‌ها و دریـاها اختصاص‌داشته وجانورانی نظیر تریلوبیت‌ها (۲)که به‌خرچنگ‌های امروزی شباهت داشته‌اند، زندگی‌می‌کرده‌اند .

دسته‌ای ازجانوران بنام ارکئوسیت (۳) نیز میزیسته‌اند کـه می‌تـوان آنها را حـد واسط بین اسفنج هـا و مرجان ها محسوب کرد .

استخوانبندی این جانوران آهکی ، و رشته‌های نازك ریشه مانندی آنهارا به سنگ‌های اعماق‌دریا می‌چسبانده است .

ماهیان واولین گیاهان دراین‌دوره‌ظاهر گردیده وعده‌ای از جانوران دریا به خشکی‌آمده وبه‌زندگی درآن سازش‌حاصل نموده‌اند .

در اواخر این دوره ، اجتماعات جانوری در دریـا و خشکی‌توسعه‌یافتند. جنگل‌های‌انبوهی ازسرخس‌هاودلبوث‌ها(٤)

1- Mésozoique 2- Trilobites
3- Archéocites 4- Préles

سراسر زمین‌را مستورکردند .

دراین وقت دیگراثری از تریلوبیت‌ها دیده نشده‌است . اما ماهیان بحداکثر تنوع رسیده‌اند .

دورهٔ قبل‌ازآن‌بنام دورهٔ (صبح‌زندگانی) (۱) معروف است .

قدیمترین‌خشکی‌های‌شناخته شده‌تقریباً به‌۱/۵میلیاردسال قبل‌تعلق‌دارند، لیکن‌طبقاتی که‌دارای‌فسیل‌یعنی بقایای‌جانداران است از ۷۰۰ میلیون‌سال پیش تجاوز نمی‌کند.

ظهور زندگی بسیار ابتدائی نظیر آثار توده‌های‌کوچك ژله مانندپروتوپلاسم درآبهای نیم‌گرم‌واقیانوس‌ها به‌یك‌میلیارد سال میرسد .

تحقیقات دقیق‌چینه‌شناسی‌درآثار حیاتی دورانها ، قدمت موجودات ساده را بر جانداران دارای ساختمان پچیده ثابت می‌کند .

ازعلم‌چینه شناسی درکاوش‌معادن‌بسیار استفاده می‌گردد. شناختن سن سنگها و دانستن صفات آنها بهترین وسیله برای معرفی چگونگی تشکیل رسوب و رخساره های سنگ ها است .

امروزه در زمین شناسی روش شناختن عمر سنگها جزء کارهای معمولی است .

سابقاً ، اساس‌شناختن سن‌نسبی طبقات رسوبی طرز قرار گرفتن‌آنها به‌طور موازی روی یکدیگربود، لیکن بعلت‌وجود چین‌های روارنده وخمیده وواژگون وفرسایش‌آنها اساس‌اینکار درهم میریزد؛ لذا وجود فسیل‌های مشخص بهترین نمودارقدمت طبقات است .

1- Eozoique

مسلم است که به‌این‌ترتیب باز نمی‌توان سن‌زمین‌رامعلوم داشت ، بلکه فقط می‌توان اعلام‌کرد که‌کدام طبقه جدیدتـر از دیگری است .

علاوه برایـن بسیاری از نقاط مـورد مطالعه فاقد فسیل مشخص‌اند، و مهمتر ازهمه مطالعهٔ طبقات زمین در دورانی‌که جانداری درسطح زمین نمی‌زیسته و گسیختگی طبقات منظم نیز به مراتب بیشتر بوده ، کارچینه شناسی را دچار اشکال‌می‌کند وتنها روش شناسائی طبقات از روی تعیین عمرسنگها می‌تواند جوابگوی این‌مسائل باشد.

در روسیهٔ شوروی مراکزمتعددی برای تحقیق سن‌طبقات زمین وجود دارد وکارهای بسیار مهمی هم در آنها انجام شده است .

دراین راه‌کوشش دانشمندانی نظیر و.خلوپین(۱) وی ـ استاریك (۲) و وبارانو (۳) بیش ازسایرین بوده و در نتیجه مسأله محاسبهٔ ملیارد ها سال‌راکه در بدو امرپیچیده و بغرنج بنظر می‌رسیده‌کاری عادی ومعمولی شده است .

اولین‌قدم درراه محاسبهٔ چندین میلیون‌سال (ساعت‌هزاره‌ها)

هنوز دو قرن از اولین قدم در راه سنجش عمـر اعصار نمی‌گذرد . درسال ۱۷۱۵ هالی (٤) روشی بنام (ساعت‌نمکی)

1- V-Khlopine 2 -I-Starik
3- V-Baranov 4- Halley

پیشنهاد کرد .

اساس این روش به قرار زیراست :

آب دریاها و اوقیانوس‌ها دراصل شیرین است ، لیکن رودخانه هائی‌که به آنها وارد می‌شوند به علت حل‌بستر نمکی خود مقداری نمك به‌دریا می‌برند. ورود این آبها نیز قادرنیست طعم شیرین آب دریا را به شوری تبدیل کند ، اما تبخیر دائم موجب می‌گرددکه پس از هزارها و میلیون ها سال به غلظت آب دریا افزوده شود . واین‌خود وسیله‌ای برای شناسائی‌عمر دریاها است .

باروش هالی‌عمرزمین بین ۶۰تا ۳۵۰ میلیون سال‌تشخیص داده می‌شود .

مطلبی‌که صحت این ارقام‌را مورد تردید قرار می‌دهد، یکنواخت نبودن فرسایش رودخانه‌ها و نمکی نبودن بستر همهٔ آنها است .

لذا مجدداً روش دیگری بوسیله هالی پیشنهاد شد.

این روش‌محاسبه قطررسوباتی‌است‌که توسط رودخانه ها وارد دریا می‌گردند .

میزان‌مواد رسوبی تخریبی رودخانه‌ها، درسال به‌صدها میلیون‌مترمکعب میرسد .

محمولات رودخانهٔ هوآنگ هو (۱) یعنی رودخانه زرد که به اقیانوس‌کبیر می ریزد به قدری زیاد است‌که بخشی از اوقیانوس‌کبیر به دریای زرد معروف است .

مواد شناور درآب دریا هاکم‌کم‌ته نشین شده وفشارآب آنهارا متراکم و فشرده می‌کند به طوریکه سنگ های رسوبی و شیستی حاصل‌می شود .

1- Hoang-ho

ضخامت خاك کره درحدود ۱۰۰ کیلومتراست، اگر برای هرمتر رسوب بین ۳ تا ۱۰ سال وقت لازم باشد برای تشکیل چنین پـوسته‌ان بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیون سال وقت صرف شده است .

این‌روش نسبت به روش قبلی دقیق‌تر می‌باشد . اماچون شدت حمل موادرودخانه ها درتمام فصول وقرون یکسان‌نبوده لذا بازهم این‌طریق قابل اعتماد نیست .

هیچیك ازدو روش بالا برای تعیین سن‌دقیق زمین ، ویا طبقهٔ معینی از آن معتبر نیستند ولی می توانند راهنمای خوبی محسوب گردند .

ساعت هزاره رادیو آکتیوی
(سنجش میلیونها ومیلیارها سال)

ساختمان اتمی سنگ‌ها ، فـرق اساسی عناصر و مـواد متشکلهٔ آنها است .

عده‌ای از عناصر ، ساختمان اتمی ثابت دارند ، مثلاً دو نوع کربن (بوزنهای اتمی۱۲و۱۳) هیچگاه تغییر نمی‌کنند . فقط براثر فشار و درجات حرارت فوق‌العاده ، سنگی بوجود می‌آورندکه بی‌نهایت سخت بوده والماس نامیده می‌شود .

کربن با اکسیژن دونوع ترکیب می‌دهد :

۱ ـ انیدریدکربنیك(Co^{2})

۲ـ اکسیددوکربن (Co)

گیاهان‌سبزینه‌دار به‌کمك سبزینه‌خود ازخورشید انرژی می‌گیرند و با آن Co^{2}جذب‌کرده و آنرا به صور مختلف در

آورده ودرساختمان سلول خود وارد می‌کنند .

پس‌ازمرگ گیاه وجانور از بقایای اجساد آنها ئیدرو ـ کربوها ، مانند نفت بوجود می‌آید .

بعد از این تغییرات مجدداً کربن از گیاه جدا شده ودر ترکیبات جدیدی‌وارد می‌شود. براثر سوختن‌مواد نفتی دوباره انیدریدکربنیك بوجود می‌آید وسیر اول‌را آغاز می‌کند.

ترکیب شیمیائی ماده هیچگاه در هسته‌اتم تغییری ایجاد نمی‌کندبلکه تنها الکترونهای مدار خارجی اتمها اساس‌ترکیب شیمیائی‌را تکوین می‌نمایند .

آزمایش و تجربه ثابت‌کرده است‌که حرارت های چند هزار درجه‌ای فشار بیش‌ازچندهزار جوهم نمی‌توانند ساختمان اتمی عناصر ثابت‌را عوض‌کنند .

لیکن تغییرات فیزیکی اتم ها در شرایط معینی بسیار آسان است .

عده‌ای از عناصرکه به نام عناصر رادیو ـ آکتیو نامیده می‌شوند متناسب بازمان‌ذرات هسته خودرا ازدست می‌دهند.

نمونهٔ این عناصر کربن ۱٤ رادیوآکتیو است‌که قبلاً شرح داده شد .

در تشعشات‌رادیوآکتیوهرعنصربه۳ اشعهٔالفا(α)، بتا(β) وگاما(γ)تجزیه می‌شوند .

اشعهٔ α ذرات هسته واشعهٔβ ذرات‌الکترون ولی‌اشعهٔ γ، اشعهٔ الکترو مغناطیسی هستندکه حاوی انرژی فوق‌العاده می‌باشند .

ازاجتماع دو الکترون ویك جزء از اشعهٔ الفا یك اتم خنثای هلیوم تشکیل می گردد .

پس‌اگرهلیوم‌های متراکم‌شده دریك قطعه سنگ‌راحساب

کنیم؛ به کمك عدد به دست آمده می‌توان به مقدار جسم رادیو آکتیو پی برد .

دورهٔ تناوب ایزوتوپ های رادیو آکتیو بایکدیگر مختلف است .

مثلاً دوره تناوب جیوه چند میلیاردم ثانیه و دورهٔ تناوب یکی ازایزوتوپ های اورانیوم چند میلیارد سال است .

دورهٔ تناوب عناصر کاملاً معین بوده واین میزان مشخص تحت اثرهیچیك ازعوامل طبیعی تغییر پذیر نیست .

ثابت شده است که سرعت تشعشات رادیو آکتیو عناصر مختلف (باستثنای چندعنصر) تحت هیچیك ازعوامل فشار وحرارت تغییر نکرده وحتی درترکیبات شیمیائی مختلف نیز ثابت می‌باشند ، درعین اینکه دورهٔ تناوب عناصر مختلف متفاوت است این دوره برای هرعنصر معین تغییر ناپذیر می‌باشد .

وجود عناصر بادورهٔ تناوب طولانی وسیله‌ای برای محاسبهٔ عمرسنگی است که ازآن عنصر درساختمانش وارد است .

دورهٔ تناوب عناصر ،وسرعت انتشار ثابت تشعشات رادیو آکتیو می‌تواند ساعتی بشمار رود که کمترین تغییری نکرده وعوامل گرما وسرما وفشار وغیره نمی‌توانند درنظم کار آن اثری داشته باشند .

پس عناصر رادیو آکتیو با گذشت زمان تغییر ساختمان می‌دهند، ومیزان عنصر تغییریافته یا باقی‌مانده می‌توانند وسیله سنجش زمان باشد .

عناصر متغییر دارای دورهٔ تناوب متفاوت می‌باشند ؛ لیکن بین آنها عناصری که دورهٔ تناوب طولانی دارند به کار اندازه گیری زمان می‌آیند ومهمترین آنها عبارتند از:

اورانیوم (۱) ، توریم (۲) واکتینیوم (۳) وغیره .

نتیجهٔ نهائی تشعشاب رادیوآکتیو این عناصر سرب است یعنی اورانیوم و توریم وآکتینیوم پس‌از طی دورهٔ تناوب خود به سرب بدل می‌شوند .

ایزوتوپ اورانیوم‌به وزن اتمی۲۳۸ ازسایرایزوتوپ‌ها فراوانتراست و در مخلوط اورانیوم به نسبت ۹۹/۲۷۶ درصد وجود داردکه پس‌ازگذراندن یك دورهٔ تناوب به سرب به‌وزن اتمی۲۰۶ تبدیل می گردد .

در جریان این تبدیل رویهم ۸ جزء آلفا و ٦ جزء بتا منتشر می‌شود .

یکی‌دیگر ازایزوتوپ‌های‌اورانیوم که‌نسبت‌آن درمخلوط کم است آکتیواورانیوم (٤) به وزن اتمی ۲۳۵ است . پس‌از دورهٔ‌تناوب این‌عنصر به سرب به وزن اتمی۲۰۷ تبدیل میگردد که عنصری ثابت است نسبت این ایزوتوپ در مخلوط اورانیوم ۰/۷۱۹ درصداست .

درجریان‌تشعشات رادیوآکتیو؛ آکتیواورانیوم، ۷ جزء آلفا و ٤ جزء بتا منتشر می‌شود .

توریم به وزن اتمی۲۳۲ ازسومین خانواده عناصررادیو آکتیو بوده وعمردرازی دارد این عنصر پس ازگذراندن دورهٔ تناوب (یك دورهٔ تشعشات رادیوآکتیو) به سرب به وزن اتمی ۲۰۸ بدل می گردد.

درتمام جریان این‌انتشار رادیوآکتیو ٦ جزء آلفا و ٤ جزء بتا منتشرمی‌شود .

1–Uranium 2- Thorium

3- Acténium 4– Active - uranium

ایزوتوپ سرب به وزن اتمی ۲۰۴ دارای ریشهٔ رادیو آکتیو نیست .

سرب معمولی مخلوطی از چند نوع سرب است که وزن اتمی متوسط آنها ۲۰۷/۲ می‌باشند .

طبق تقسیم بندی بارانو (۱) نسبت در صد ایزوتوپ‌های سرب به شرح زیراست :

سرب به‌وزن	اتمی	۲۰۴	به نسبت	کل مخلوط	٪۱/۲
»	»	۲۰۶	»	»	٪۲۴/۵
»	»	۲۰۷	»	»	٪۲۱/۳
»	»	۲۰۸	»	»	٪۵۳

دوره های تناوب عناصر مختلف رادیو آکتیو بخوبی محاسبه وثبت گردیده است .

بعنوان مثال عمر اورانیوم به وزن اتمی ۲۳۸، ۴/۴۹۸ میلیارد سال است .

این دوره دراورانیوم ۲۳۲، ۱۳/۹ میلیارد سال وبرای اکتیواورانیوم به وزن اتمی ۲۳۵ ؛ ۷۰۷/. میلیارد سال است.

درپایان هر ۱۰۰ میلیون سال ازهر کیلو اورانیوم ، ۱۳ گرم سرب و۲ گرم هلیوم بدست می‌آید .

سنگی که شامل یك کیلو گرم اورانیوم باشد پس از ۲ میلیارد سال، ۲۲۵ گرم سرب و۳۵ گرم هلیوم می‌دهد. بعداز ۴ میلیارد سال ۴۰۰ گرم سرب و۶۰ گرم هلیوم از آن به دست می‌آید ، ونیم کیلو گرم اورانیوم باقی می‌ماند .

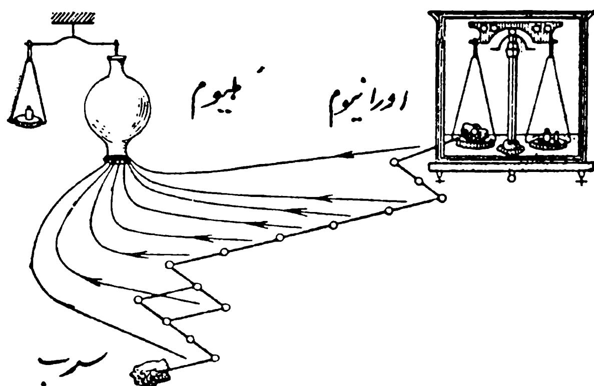
میزان هلیومی که بدواً درسنگ وجود داشته وهلیومی که هنگام آزمایش درآن است می‌تواند زمان گذشته را نشان دهد.

1- V – Baranov

برای اینکار سنگ مزبوررا نرم سائیده و پس از مدتی جوشانیدن دراسیدی حل می‌کنیم. درنتیجه اورانیوم، توریم و اکتینیوم حل شده وهلیوم آزاد می‌گردد .

مقایسهٔ مقدار اولیهٔ مادهٔ رادیوآکتیو (اورانیوم، توریم اکتینیوم) موجود در سنگ معدنی بامقدار هلیوم وسیله‌ای‌برای بدست آوردن رابطهٔ بین تشعشات رادیو ـ آکتیو و عمر سنگ است .

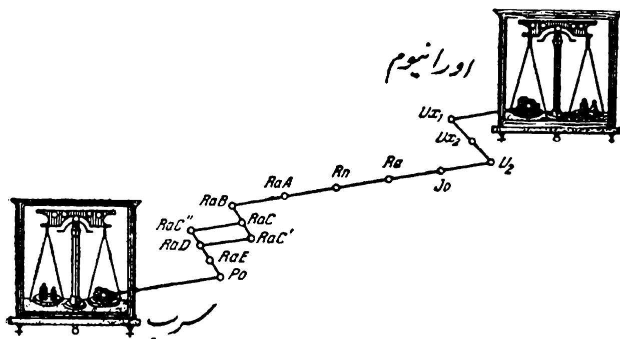
این روش محـاسبهٔ عمر سنگها بـه طریقهٔ هلیوم معروف است (مطابق‌شکل۴۵) .



شکل۴۵ ـ طرح تعیین‌سن سنگها به روش هلیوم

در روش سرب ، (مطابق‌شکل۴۶) ازمقدار سرب‌تشکیل شده واورانیوم تبدیل شده با در دست داشتن دورهٔ تناوب‌عنصر مذکور عمر سنگ را محاسبه می‌نمایند .

این‌روش سربی که‌نتیجهٔ بسیار دقیق‌می‌دهد درزمین‌شناسی



شکل۴۶ ـ طرح تعیین سن‌سنگها به روش سربی

مورد استفاده قرار می‌گیرد. دراین‌روش به عوض مقایسه مقدار سرب تشکیل شده واورانیوم ؛ مقدار نسبی‌ایزوتوپ‌های سرب را بایکدیگرمقایسه می‌کنند .

به‌این معنی‌که مقداری از یك‌سنگ‌که دارای ایزوتوپ‌های مختلف سرب، حاصل ازریشه های مختلف است می‌گیرند ومقداراین‌ایزوتوپ‌هارا به‌کمك‌دستگاه‌طیفسنج(۱) تاچند هزارم تقریب به دست می‌آورند .

از مقایسهٔ این‌اختلاف سن‌سنگ را تاچند هزارم تقریب به دست می‌آورند .

درسنگ‌هائی که‌عمل محاسبه تاچند میلیارد سال‌است‌نسبت تقریب هم تاچند میلیون سال می‌باشد .

ازعنصر آرگون(۲) نیز می‌توان‌درتعیین سن‌سنگهااستفاده کرد .

1- Spectrométre 2- Argon

پطاسیم به وزن اتمی ٤۰ رادیو آکتیو بوده و اشعهٔ بتا (β) آن کلسیم ٤۰ را تشکیل داده وبا جلب یك الکترون درمدار (K) بدل به آرگون می‌شود .

چون عمل تبدیل کالسیم به آرگون دائمی و دارای سرعت ثابت است ، با پیدا کردن نسبت ارگون ٤۰ به کالسیم ٤۰ دریك سنگ می‌توان سن آنرا معلوم کرد.

باید به این نکته توجه داشت که امکان دارد مقداری ارگون فاقد ریشهٔ رادیو آکتیو قبلاً درسنگ وجود داشته و یا مقداری ارگون دارای ریشهٔ رادیو آکتیو ازبین برود .

آزمایش‌های متعدد ثابت می‌کنند که آرگون از بین رفته به‌قدری ناچیز است که می‌توان از آن صرفنظر کرد وازطرفی مقدار آرگون به وزن اتمی ۳٦ یعنی آرگونی که فاقد ریشهٔ رادیو آکتیو است بسیارکم بوده وبه یك صدم هم نمی‌رسد . ونسبت آرگون ٤۰ (دارای ریشهٔ رادیو آکتیو) به آرگون ۳٦ (ارگون ثابت) بدون تغییرمی‌باشد .

چون دورهٔ تناوب پطاسیم (K) ۱/۳۱ میلیارد سال است با روش ارگون پطاسیم بهتر می‌توان سن سنگهارا تشخیص داد .

باید به این نکته توجه داشت که راههای ذکر شده، سن سنگهارا ازآغاز تشکیل ذرات بلوری در سنگ نشان می‌دهد ، نه ازآغاز تشکیل عناصر مشکلهٔ سنگ .

علت اینست که تاقبل ازتشکیل بلور تشعشات رادیو آکتیو درآنها باقی مانده وازلحظهٔ تشکیل بلور به بعد منتشر می‌گردد.

مسئلهٔ سنجش اعصار ، به‌کمك رادیو آکتیو با روش های هلیوم، سرب وآرگون درصنعت معادن ازنظر کشف و استخراج رگه ها وتوده های معدنی ، فوق‌العاده حائزاهمیت است .

ازاین وسیله برای تعیین عمرزمین نیز می‌توان استفاده کرد .

قدیمی‌ترین زمینی که شناخته شده اورانی‌نیت دوکارلی شمالی (۱) است که عمرآن بالغ بر۱/۶ میلیارد سال‌می‌باشد و دیگری زمین اورانی‌نیت دومانی‌توبا (۲) که ۱/۸۹۸۵ میلیارد سال ازعمرآن می‌گذرد .

هیچیك ازمواد معدنی که تاکنون شناخته شده عمرشان‌از دومیلیارد سال تجاوزنمی‌کند .

لیکن هرگز نمی‌توان تصورکردکه اولین پوستهٔ جامد زمین دوملیارد سال پیش‌تشکیل‌شده باشد .

زیرا مواد معدنی برای‌تبلور درابتداء تشکیل زمین، یا دریکی‌ازشرایط‌تغییر پوستهٔ‌زمین‌به‌زمان درازی‌احتیاج‌داشته‌اند، مسلم‌اینکه تشکیل‌مواد ازتبلور آنها قدیمی‌تراست .

لذا بامحاسبات و تخمین، عمر زمین‌را بین۳ تا۵میلیارد سال می‌دانند ،

1- Uraninita de la carelie

2- Uraninita de Manitoba

۱۵

آیا می‌توان عمر خورشید وسایر ستارگان رامعین کرد ؟
آیا عمر خورشید بیش از زمین است یا عکس آن؟ و یا زمین وخورشید هردودر یك زمان بوجود آمده‌اند ؟
آیاوضع وساختمان ستاره‌ها همیشه به‌صورت امروزی بوده یاتغییرو تحول فراوان دیده‌اند ؟
آیاستارگان به‌تدریج، سردمی‌شوند ؟

انرژی خورشید و ستارگان

مطالعهٔ انرژی خورشید وستارگان به‌همه‌سؤالات بالاجواب می‌دهد. خورشید ۱۵۰ میلیون کیلومتراز زمین‌فاصله‌دارد. ونور باسرعت ۳۰۰ هزارکیلومتر درثانیه ؛ این‌فاصله رادر ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه‌طی می‌کند .

نور فاصلهٔزمین‌تاماه رادر $\frac{۱}{۳}$ ثانیه وفاصلهٔمسکو ولنینگراد را در $\frac{۲}{۱۰۰۰}$ ثانیه می پیماید .

ارقام‌بالا برای‌مقایسه‌عنوان‌شد .

زمین‌از خورشید نور وحرارت میگیرد ومسلم است که‌این

انرژی‌از خورشیدکاسته می‌شود.

مطالعهٔ عمرخورشید تنها به‌کمك‌این‌دوپدیده (نور، گرما) میسراست. باتوجه به‌این‌نکته تعیین‌سن سایر ستارگان دشوارتر می‌باشد .

اگردر آسمان صاف به‌نظاره ستارگان بپردازیم ، تنها دریك‌قسمت بالای‌سرخود هزاران نقطهٔدرخشان می‌بینیم .

اگرباتلکسوپ‌قوی‌فقط‌به یك‌نقطه آسمان‌بنگریم‌ستارگان فراوانی دورونزدیك خواهیم دید .

نزدیکترین ستاره ها بزمین، دو ستاره پروکسیما (۱) و آلفادوسانتور (۲) هستندکه برای‌رسیدن نورشان‌بزمین ٤ سال وقت‌لازم است .

دورترین ستاره‌ای‌که تاکنون با دستگاههای مجهز دیده شده، بقدری‌از زمین‌دور است‌که ۵۰۰ میلیون سال طول‌می‌کشد تانورآنهابزمین برسد .

پس‌مسلم است‌که نورستارگان دور، یاحتی نزدیك‌که ٤ سال نوری از زمین فاصله دارد ، به مقدار بسیارکم به زمین می رسد .

آیا این‌مقدار نور برای معرفی ستاره‌کافی است؟ آیامی توان‌به‌این وسیله ترکیبات وساختمان ستاره و یا عمرآن‌رامعین کرد ؟

جواب سؤالات‌بالا مثبت‌است .

مطالعهٔ مقدارو ترکیب نورستارگان بسیاری از مشکلات کیهانی‌را حل‌کرده و به‌کشف بسیاری از معماهای جهان‌کمك کرده‌است .

1- Proxima 2- Alpha du centaur

خورشید نزدیکترین ستاره به‌زمین است .

همه‌نیروهای زمین‌و آثارحیاتی آن‌ناشی ازخورشید است وبهمین‌جهت تیمیریازف (۱) مینویسد: **« غذاها منبع‌نیروی اندام هـای ما ، چیزی جز ذخیره انرژی خـورشید نیستند ؛ پس انسان حق دارد ، خود را پسر خورشید بنامد . »**

س- واویلوف(۲)عضوآکادمی شوروی مینویسد : **«تغییر تعداد لکه‌های خورشید ؛ اثرمحسوسی برزمان و در نتیجه‌گیاهان و غیرمستقیم روی‌تمام موجودات زنده روی زمین دارد .»**

گاهی درمناطق گرم درختانی دیده میشوندکه اگر ۱۰ مرد دست‌به‌دست هم بدهند بدورآن نمی‌رسند . مطالعهٔ سن این گونه در ختان‌که‌گاهی هزاران سال از عمرشان مـی گذرد فوق‌العاده جالب است .

سن درخت ازروی دوایر متحدالمرکز استوانه مرکزی آن معلوم می‌گردد .

عمریك درخت‌تنومندبسیار قدیمی‌که‌براثر طوفان‌شکست» ازروی دایره‌های استوانه مرکزی آن‌چند هزار سال‌تعیین‌شد.

دراین درخت‌هر ۱۱حلقه یك بار عرض‌دایره تغییرکرده بود. محاسبه نشان‌دادکه‌این‌تغییروقتی‌روی داده‌که لکهٔ‌خورشید درجهت آن منطقه‌قرارگرفته است.

زیرادر تنه درختان فسیل و زغال شده متعلق به‌سال های بسیاردور هرگزچنین تغییری‌دیده نشده‌است .

این‌تجربه، تغییرنور وحرارت خورشید دراعصار گذشته

1- Timiriazev 2- S.vavilov

نسبت بزمان حاضر نشان می‌دهد .

مطالعات زیستی دورانهای گذشته نشان می دهد که **تاریخ ظهورانسان روی زمین از ۵۰۰ هزار سال تجاوز نمی کند وحال آنکه تاریخ پیدایش حیات به یك میلیارد سال میرسد .**

نور و حرارت عوامل مؤثر در تشکیل ساده‌ترین ذرات آلی وکوچکترین واحدهای حیاتی است و این شرایط میلیونها سال برای تکمیل واحدهای حیاتی مناسب نبوده و موجودات آلی در شرایط آب و هوائی بوجود آمده‌اند که مسلم با خصوصیات ابتدائی زیستی اختلاف کامل داشته‌است .

این موضوع نیز می‌تواند دلیل کاملی برای وجود اختلاف درجه حرارت و نورخورشید درفاصله یك میلیاردسال باشد.

وجود دوره‌های یخ بندان دلیل سردشدن خورشید یاتغییر درونی زمین نبوده بلکه بعلت عبور منظومه شمسی از داخل توده‌ای بخارسرد بوده‌است .

انرژی که ازخورشید به‌زمین می‌رسدفوق‌العاده زیاداست، بطوریکه انرژی‌وارد بریك سانتیمترمربع درمدت یك‌دقیقه (در حدجو) می‌تواند یك گرم آب‌را ۱/۹۴۳ درجه سانتیگراد گرم کند. (این‌عدد ثابت‌حرارتی خورشیداست).

مجموعهٔ انرژی که‌از خورشید به‌زمین می‌رسد؛ میلیاردها مرتبه زیادتر ازکلیه‌انرژی‌های الکتریکی روی‌زمین‌است .

این مقدار انرژی بیش از دو میلیاردم انرژی خورشید نیست .

انرژی ستارگان دیگر بمراتب بیش از انرژی خورشید است. ولی‌بعلت بعدمسافت، زمین مقدارکمی ازانرژی آن‌هارا

جذب می‌نماید.

سطحی بوسعت یك سانتی‌متر مربع از رویهٔ خورشید نوری مساوی نوریك لامپ ۵۰ هزار شمعی منتشر می‌سازد.

یعنی پرتو خورشید ۱۰ هزار مرتبه از نور پلاتین در حال ذوب، و ۱۰ مرتبه از قوس الکتریکی شدیدتر است.

اگر به‌ازای هر کیلووات‌ساعت انرژی خورشید دو کوپك ($\frac{1}{10}$ روبل) پرداخته‌شود، هزینه یك ثانیه انرژی خورشید برای زمین؛ مساوی یك میلیون روبل (۱۰ میلیون کوپك می‌شود).

منبع انرژی خورشید و ستارگان

خورشید این انرژی عظیم را از کجا می‌آورد؟ آیا می‌تواند برای مدتی نامحدود بهمین اندازه صرف انرژی کند؟ آیا خورشید می‌سوزد؟

اگر خورشید فقط از کربن و اکسیژن تشکیل می‌شد برای چندهزار سال می‌توانست این‌همه نور و حرارت بدهد؟

احتراق عملی شیمیائی است و خورشید خیلی گرمتر از آنست که در آن ترکیبی وجود داشته باشد که موجب احتراق گردد.

انرژی عظیمی که خورشید مصرف مینماید از مدت‌ها قبل توجه دانشمندان را جلب کرده است.

لرد کلون (۱) عقیده داشت؛ که **گرمای خورشید ۱۰ بلکه ۱۰۰ میلیون مرتبه از گرمای امروزی بیشتر بوده، و از آن نتیجه گرفت که عمر خورشید می‌تواند بین ۱۰۰**

1- Kelvin

تا ۵۰۰ میلیون سال باشد .

این‌عدد تقریبی‌و تخمینی در مقابل عددی‌که امروزه با محاسبات دقیق‌بدست آورده‌اند بسیار ناچیز است .

بنا به تئوری شهابی: **خورشید توده عظیمی است که حرکات و تلاقی ذرات آن انرژی جنبشی‌را به انرژی حرارتی‌ونورانی تبدیل کرده، وانتشار این‌همه‌انرژی ناشی‌از این‌فعالیت است.**

طبق تئوری بالا، برای ایجاد این‌همه انرژی باید حجم خورشید فوق‌العاده‌بیشتر ازحجم فعلی‌آن‌می‌بود .

ازطرف دیگراگر درقسمت های سطحی خورشید اینهمه گرما ایجادمی‌شد، قسمت های داخلی بمراتب گرم‌تر از طبقه روئی بوده ودرنتیجه براثر گرمای زیاد تبخیرشدید ایجادمیشد، بطوریکه طبقات سطحی خورشید رابصورت بخاردر فضامنتشرمی ساخت‌و عمل‌کاهش خورشیدخیلی سریعترانجام می گرفت.

تئوری فوق‌در مقابل‌مشاهده و استدلال بزودی‌کنار رفته وبدست فراموشی سپرده‌شد .

هلمولتز(۱) نظریهٔ‌خودرا بشرح‌زیر بیان‌کرد: **«انرژی خورشید نتیجه‌تراکم آنست. یعنی‌خورشید تحت‌تأثیر نیروی جاذبه‌کم‌کم فشرده‌تر شده و براثر فشار زیاد ایجاد حرارت میکند ، و انرژی نورانی و حرارتی خورشید ازآن‌ناشی می‌شود».**

محاسبه نشان‌میدهدکه اگرانرژی خورشید ناشی‌از فشار باشد بایدتاکنون حجم‌آن بسیار نقصان یافته باشد واگر تصور

1- Helmoltz

کنیم، حجم اولیه خورشید بسیار زیاد بوده و تا امروز به حجم کنونی رسیده، باز انرژی حاصل کفاف بیش از بیست میلیون سال را نمیدهد یعنی عمر خورشید تا امروز ۲۰ میلیون سال میشود و حال آنکه این رقم درقبال سن واقعی خورشید بسیار ناچیز است .

بنابراین تنها تراکم خورشید برای ایجاد این همه انرژی کافی نیست .

انتشار رادیو اکتیو طبیعی همیشه توأم با صرف انرژی فراوان است؛ اجسامی نظیر اورانیوم یا رادیوم، با تشعشات رادیو آکتیو انرژی بسیاری پخش می کنند .

بعنوان مثال، **یک گرم رادیوم برای تبدیل به سرب بقدری انرژی منتشر می کند که می توان با آن جسمی بوزن یک تن را ۶۸۵ کیلو متر بلند کرد .**

عده‌ای از دانشمندان انرژی خورشیدرا حاصل تغییرات هسته‌ای میدانند . برای ایجاد انرژی برابر انرژی منتشره خورشید، حجمی مساوی حجم خورشید منحصراً ازاورانیوم لازم است وحال آنکه ثابت شده $\frac{۱}{۳}$ توده خورشید ازئیدرژن تشکیل شده است .

درخورشید علاوه برئیدرژن مقدار بسیار زیادی هلیوم وجود داردو اجسام سنگین در آن فوق‌العاده کم است. لیکن در سایر ستارگان مقداری عناصر سنگین یافت می‌شود .

تشعشعات رادیو آکتیو اورانیوم به کندی و مستقل ازکلیهٔ عوامل خارجی صورت می گیرد وحال آنکه انوارستارگان مربوط به حرارت داخلی آن‌ها است .

ستارگانی وجود دارند که شعاع آنها ده‌هزارمرتبه بیش از شعاع خورشید است. این ستارگان بمراتب گرم‌تر ازخورشیدند.

یکسان نبودن انوارستارگان، وعدم متابعت انتشارنور و گرما ازحرارت مرکزی ستاره ؛ هیچیك مؤید وجود اجسام رادیو آکتیف طبیعی که منتشر کننده این همه انرژی باشند ، نیست .

اگر به‌مقدار انرژی که خورشید در یك ثانیه منتشر می کند توجه گردد، ودرنظر داشته باشیم که این‌انتشار میلیارد ها سال ادامه‌دارد، تئوری‌های بالاخودبخود مردودخواهدبود.

گرچه تراکم وفشار درایجاد انرژی مؤثرنداما نمی‌توانند منبع اساسی انرژی خورشید باشند.

دردوره‌های ابتدائی حیات یك ستاره، تراکم‌می‌تواند در بالابردن‌حرارت‌داخلی‌آن‌مؤثر واقع‌شده‌ومقدمهٔ تغییرات‌هسته‌ای رادرآن‌ایجادنماید .

تراکم ابتدائی یك‌ستاره، ونیروی جاذبه‌ای که قسمت‌های مختلف‌را بداخل می‌کشاند،موجب‌بازشدن چشمه انرژی‌هسته‌ای ستاره می‌گردد .

امروزه تشکیل یك‌ستاره رابصورت زیرتوجیه می‌نمایند:

تحت‌تأثیر نیروی جاذبه به تدریج تودهٔ عظیمی از بخارات فشرده شده و انرژی حاصل از این تراکم درجه حرارت داخلی را فوق‌العاده بالامی برد . این تراکم آنقدر ادامه می‌یابدتا انرژی آن برای‌فعالیت های‌هسته‌ای معین کافی باشد .

اختلاف فاز این تغییرات تدریجی ، فعالیت گرمازای هسته‌ای‌را آغاز می‌کند .

درخورشید وسایرستارگان که انرژی فوق‌العاده دارند ، عامل ایجادکنندهٔ این‌همه انرژی‌عنصر ئیدرژن است که به‌هلیوم

تبدیل می‌گردد .

٤هسته ازاتم‌های ئیدرژن یعنی٤ پروتون بعداز یك دوره تغییرات هسته‌ای تشکیل‌یك اتم هلیوم می‌دهند.

نتیجهٔ این‌تغییرات، انرژی فوق العاده‌ای‌است‌که خورشید درهر ثانیه مصرف‌می‌نماید .

ازگرمای ایجاد شده ؛ جنس سوختنی تشخیص داده می شود ، زیرا هر جسمی براثر سوختن گرمـای معینی ایجاد می‌کند .

مقدار گرمائی‌که یك‌گرم یایك‌کیلوگرم ازهر جسم می تواند تولید نماید مقدار ثابتی است‌کـه برای همه اجسام ثبت گردیده است .

توانائی حرارتی یك‌گرم ئیدرژن‌که به هلیوم تبدیل‌شود ۱۵۰ میلیارد کالری است. این مقدارگرما ۲۰ میلیون مرتبه بیش از حرارت یك‌گرم ازبهترین زغال می‌باشد . امروزه درکوره های بزرك ، بجای زغال یا سایر مواد سوختنی از چنین تبدیل هسته‌ای استفاده می‌گردد .

درستاره‌ها تبدیل‌ئیدرژن به‌هلیوم نقش‌سوختن چوب‌یاذغال رادارد .

حال‌که دانستیم‌منبع انرژی خورشیدوستارگان چیست ؛ بایدبدانیم خورشید چگونه‌توانسته‌است تاکنون‌این همه‌گرما را حفظ‌کند؟ این‌انتشار انرژی‌از چه‌زمانی شروع‌شده وتاکی‌ادامه خواهدیافت .

برای مطالعهٔ‌این‌مطالب‌بایدبه ترکیبات ساختمان‌خورشید

پی بردو مقدارئیدرژن، یاهلیومی را که در آن متراکم است محاسبه نمود. یعنی بایددید که ازاین ماده سوختی چه مقدار بصورت ذخیره درخورشید باقی مانده و چه مقدار آن تاکنون به هلیوم مبدل گردیده است .

ترکیب وعمر خورشید وستارگان راچگونه تعیین میکنند

ترکیب ستاره را بوسیله نور آن معین کرده و به این ترتیب ستاره را می‌شناسند .

این موضوع درعلم نجوم فوق العاده حائز اهمیت است.

اساس دستگاه تشخیص نوربقرار زیراست :

صفحهٔ ماتی را درمقابل یك حباب الکتریکی فوق العاده قوی قرار می‌دهند، وسط صفحه شکاف فوق العاده باریکی وجود دارد: پشت این شکاف منشوری است که در فاصله معینی از آن صفحه سفیدی قرار داده اند .

یك قطعه فلز ملتهب داخل حباب الکتریکی نور می دهد (نورسفید)، نوراز شکاف باریك به منشور رسیده وبه الوان ساده تقسیم می گردد وروی صفحه سفید نوارخوش رنگی ایجاد می کند که همان طیف پیوسته است .

نورحاصل؛ ازسوختن جسم سختی بدست آمده ، اما این نور ذرات آن جسم سخت نیست ــ بلکه این نور بستگی بدرجه حرارتی دارد که جسم می توانسته ایجاد کند.

خاصیت نوری گاز کاملاً ازاجسام سخت متمایز است .

نمونهٔ آنها نور نئون (۱) و نور آرگون (۲) وغیره است.
اگر نور گازی را به وسیله منشور تجزیه کنیم طیف منقطع بدست می‌آید. (شکل ۴۷)





شکل ۴۷ ـ طیف منقطع ئیدروژن وهلیوم

بامشاهده تجزیه طیفی می‌توان جسم سوختنی را تشخیص داد. چنانچه جسم سوختنی مخلوط باشد. می‌توان با نشانه‌هائی که روی صفحه سفید (محل نورهای ساده) گذاشته شده عناصر موجود درمخلوط راتشخیص داد وحتی نسبت درصد مخلوط آنها را نیز محاسبه کرد.

این طیف بنام تجزیه طیف مخلوط نامیده می‌شود.

باروش تجزیه طیف مخلوط، می‌توان کلیه عناصر موجود درمخلوط راهرچه هم ناچیز باشد محاسبه کرد.

دقت این تجزیه بحدی است که اگر در مخلوطی یك صدهزارم ازعنصری وجود داشته باشد قابل تشخیص خواهد بود.

بادستگاهٔ مجهز تلسکوپ ومیزان دقیق آن ستاره معینی را رصد می‌کنند ونور ستاره مذکور راوارد دستگاه نموده، وآن را به وسیله طیفسنج تجزیه کرده وترکیب آن ستاره را معین می‌نمایند.

باملاحظهٔ نوع حرکت جسم سماوی اندازه آن را تعیین؛ وبا دردست داشتن عناصر مشکلهٔ آن وزن ستاره را نیز معلوم می‌کنند.

1- Néon 2- Argon

باتهیه‌طیف‌های متوالی‌از یك‌ستاره، نسبت‌هیدرژن وهلیوم آنرا بدست می‌آورند . (شکل۴۷)

ازروی‌مقدار هلیوم متراکم‌شده‌ویا ازروی‌ئیدرژن‌موجود درآن‌عمرآنرا تعیین‌می‌کنند .

بنابر محاسبات آ ـ سورنی (۱) مـواد متشکله خورشید عبارتند از :

۱ـئیدرژن ۰/۰۳۸

۲ـهیلوم ۰/۰۵۹

۳ـسایرعناصر ۰/۰۳ (ازت‌وکربن ۰/۰۱)

ازروی نسبت‌ئیدرژن‌موجود وهلیوم حاصل،سن خورشیدرا بین۳تا۵ میلیاردسال تخمین‌میزنند .

با اینکه مطالعهٔ تاریخ ستارگـان تقریباً مشکل و کاری بی‌فایده است‌باوجود این،ستارگان متعددی راмورد مطالعه‌قرار داده‌اند .علت‌اصلی‌این‌مطالعات‌پیداکردن منشاء اختلاف‌تغییرات آنها است .

امروزه نه تنها وجود ستارگان زیادی ثابت‌گردیـده ، بلکه اطلاعـات دقیق وارزنده‌ای دربارهٔ آنها بدست آمده است

خورشید ازبدو تشکیل‌تاکنون انرژی سرشاری پخش‌می کند . وبه این جهت می‌توان فهمیدکه خورشید خیلی سریع به این‌صورت درآمده ، وتحولات امروزی آن ازشدت سابق‌افتاده است یعنی از دورهٔ بلوغ گذشته بااین‌همه بازخورشید میلیاردها سال عمر خواهدکرد .

امروزه به علت تراکم گازهلیوم ازشفافیت‌خورشید کاسته شده است .

1– A. Severny

واین خود موجب تسریع درتبدیل ئیدرژن ، یا سوختن خورشید است .

پایان این کارزمانی‌است که‌انرژی خورشید دفعتاً فوق‌العاده شده ونورش هزاران بار زیادتر گردد و پس‌ازآن بسرعت خاموش‌گردد .

ولی‌شاید خورشید بتواند ده‌ها میلیارد سال دیگر به‌این وضع ادامه دهد .

ذخیرهٔ ئیدروژن بعضی‌ستارگان بمراتب بیش‌ازخورشیداست.

علمای‌نجوم: آمبارتسومیان(۱)ورونتسف(۲)ولیامینف(۳) وکوکارکین ثابت‌کردند که : **درکهکشان ما مسن‌ترین ستاره صدهزارمیلیارد ساله است و از عمرجوانترین آنها ۱۰ میلیون سال می‌گذرد .**

آمبارتسومیان (۱۹۴۷) عقیده داردکه ستارگان پراکنده‌ای وجود دارندکه ریشه مشترکی داشته‌اند و عمرشان از ۱۰۰ میلیون سال‌تجاوزنمی‌کند ، ولی‌از ستاره‌ای‌که‌به‌وجود آورنده این‌ستارگان بوده اطلاعی دردست نیست .

بین‌این توده های ستاره‌ای ، ستارگان جوان به دنبال هم بااشعهٔ تند ازنوع ولف رایه(۵) نشان می‌دهندکه‌چند میلیون سال ازعمرشان نمی‌گذرد .

نتیجه‌اینکه سیرتحولات ستارگان وتوده های ستاره‌ای‌در کهکشان ما تاامروز هم ادامه دارد .

تعیین سن خورشید و سایر ستارگان در حل بسیاری از مطالب‌مربوط به‌اصل ومبنای ستاره نقش مهمی دارد.

1- Ambartsoumian 2- Vorontsov
3- Véliaminov 4- Koukarkine
5- Wolf - Rayet

۱۶

پیشرفت علوم در تحقیقات فضائی و محاسبهٔ زمانهای طولانی

مقیاس فضا و زمان

چرا دنیا به نظر اجداد ما کوچك وناچیز بود !؟

برای آنها ؛ فضا وجهان به‌کوه ودریائی محدود می‌شد که به چشم می‌دیدند .

از گذشته‌و آینده‌ی دنیاخود اطلاعی‌نداشتند وحساب‌زمان را نمی‌دانستند .

برای مردم بدوی بزرگی اعداد از ۲۰و۳۰ تجاوز نمی کرد؛ یکی‌از محققین ازقبیله‌ای وحشی حکایت‌می کندکه برای اعداد بزرگتر از۲۰ ، موهای خودرا پریشان می‌کنند وبدین وسیلهٔ عظمت عدد را نشان می‌دهند.

افراد یکی ازقبایل بومی‌معروف‌برزیل بنام باکائیری (۱) به ون‌دان استئنان (۲) گفته‌اندکه جد بزرگشان هنگام خلقت

1- Bakairi 2- Von den steinen

عالم حضور داشته‌است .

یونانیان قدیم نیز جهان‌را کوچك می‌پنداشتند .

پس‌ازمدت ها ، از جان‌گذشتگــی دریا نــوردان موجب ارتباط مردمان سواحل مدیترانه‌گردید .

یکی ازدانشمندان یونانی بنام اراتوستن (۱) توانست‌به وسیلهٔ **ساعت آفتابی، اندازه تقریبی نصف‌النهار زمین را بدست آورد .**

ارشمیدس (۲) درکتاب معروف خود (حساب دانه های شن) .

عقاید ارسترخس (۳) را دربارهٔ جهان به این شرح‌بیان می‌کند :

ستارگان‌وخورشیدثابت‌اند، زمین بدورخورشید مسیر دایره‌ای می پیماید . و فاصله زمین از ستارگان بی‌نهایت زیاد است .

لیکن نظریه بالاگسترش نیافت .

به عقیده بطلمیوس (٤) که درقرن‌دوم بعدازمیلاد درشهر اسکندریه (ازبنادرمصر) میزیست : **زمین‌ثابت‌بوده ومرکز عالم است وخورشید وستارگان دورآن می‌گردند**

این عقیده بیش‌از۱۵۰۰ سال برجهان حکومت‌کرد .

بنابرتورات : **جهان شامل زمینی است مسطح و دایره شکل‌که برفراز‌آن‌گنبد عظیمی افراشته‌شده و زیر آن ابروستارگان قراردارند . درتورات‌به حرکت**

1-Eratosthéne 2- Archiméde

3- Aristaque 4- Ptolémés

زمین وخورشید وستارگان اشارهای نشده است .

تمام دستورات دینی براینست که : دنیا خلق شدهاست ، ولی هیچیك ازآنها عمرجهان را از۶ تا ۹ هزار سال متجاوز نمیدانند وخلقت را امری ازاوامرالهی میشمارند .

کوپرنیك(۱) ۱۵۴۳ درمقابل نظریهٔ بطلمیوس، اطلاعات جالب و زیادی در بارهٔ دنیا داد و حقایق زیادی را آشکار ساخت .

نظریهٔ کوپرنیك دربارهٔ جهان ازاینقرار است :

زمین ذره ناچیزیازجهان بوده وسیارهای است که بدورخورشید میگردد .

یکیازپیروان کپرنیك، گیوردنوبرینو(۲)۱۶۰۰-۱۵۸۰ درکتاب (دنیای لایتناهی) (۳) باقدرت تمام نظریهٔ اوراتأیید کرده وگفتهاست :

«درگیتی بیپایان؛ دنیاهای زیادی بوجود می آیند وگسترش مییابند و ازبین میروند و دوباره ایجاد میگردند .

کراتمتعددی وجود دارندکه هرکدام اطراف خورشیدهامیچرخند، همانطوری که۷ سیارهخورشید مابدورآن میگردند.»

سرعت سیرنور ۳۰۰/۰۰۰ کیلومتر درثانیهاست ومسافتی که نوردریكسالطیمیکند مساوی ۱۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ کیلومتر (10^{13} km) خواهد بود .

1- Copernic 2- Giordano-Bruno

2- De l'infinie de l'univers et des Mondes

این عدد در علم نجوم واحد طول است و بنام سال نوری خوانده میشود .

نور خورشید در مدت ($۸\frac{۱}{۳}$) دقیقه بزمین میرسد . برای رسیدن نور از یك طرف منظومهٔ شمسی بطرف دیگر آن ۱۱ دقیقه وقت لازم است .

٤ سال طول میکشد تا نور نزدیکترین ستاره به‌زمین برسد. (فاصلهٔ زمین تا نزدیکترین ستاره ٤ سال نوری است).

خورشید عضو خانواده بزرگی بنام کهکشان ما است. این کهکشان شامل میلیونها ستاره نظیر خورشید میباشد .

قطر کهکشان ما تقریباً ۱۰۰٫۰۰۰ سال نوری است و و ۳۰٫۰۰۰ سال نوری از منظومهٔ شمسی فاصله دارد .

منظومهٔ شمسی وسایر منظومه‌ها ، اطراف مرکز کهکشان ما در گردشند .

مدت یك گردش منظومه شمسی بدور مرکز کهکشان ما ، بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ میلیون سال است که یکسال کهکشانی نامیده می‌شود .

علاوه بر کهکشان ما ، کهکشان‌های بسیار دیگری وجود دارند که هر یك دارای میلیونها ستاره هستند .

نــزدیکترین آن‌هــا به‌کهکشان ما امرأة المسلسلة (۱) نامیده می‌شود ، که قطرش ۵۰٫۰۰۰ سال نوری، و ۷۵۰٫۰۰۰ سال نوری اززمین فاصله‌دارد .

مجموعهٔ کهکشان‌هائی که تا کنون در علم نجوم موردمطالعه قرار گرفته‌اند ، متا گالاکسی (۲) نامیده‌می‌شوند.

1- Andrméde 2- Métagaloxie

فهرست سنی وقایع مهم

شماره	واقعه	سن سال‌خورشیدی	سن واحد کهکشائی	شماره‌نسل‌ها
۱	ظهور خورشید بصورت ستاره	۳ تا ۵ میلیارد	۱۶ تا ۲۷ سال	–
۲	تبلور مواد معدنی‌پوسته زمین	۲ تا ۵ میلیارد	۱۱ تا ۱۶ سال	–
۳	تشکیل پوستهٔ جامد زمین و اولین خشکی‌ها ودریاها	۱/۵ میلیارد	۸ سال	–
۴	ظهور تک‌سلولی‌ها در آبهای نیمگرم دریاها	۱ میلیارد	۵ سال	–
۵	دریا محل‌زندگی‌موجوداتی که حد واسط اسفنج‌ها و مرجانها بوده و وآرکئوسیات‌ها Archéociate نامیده می‌شوند . و ظهور و تنوع جانوران سخت‌پوست (تریلوبیت)	۵۰۰ تا ۸۰۰ میلیون	۲/۵ تا ٤ سال	–

فهرست سنی وقایع مهم

شماره	واقعه	سن: سال خورشیدی	سن: واحد کهکشائی	شماره نسل‌ها
٦	ظهور اولین ماهیهای اقیانوس ها ، انتقال گیاهان و جانوران ازآب به خشکی. در نیمی‌ازاین‌دورۀموجودات خشکی به‌صورت‌توده‌های سادۀ پرتو-پلاسمی ، و درنیم دیگر به صورت موجودات مختلف تکامل یافته‌اند .	٤٠٠ میلیون	٢ سال	ـ
٦	انتشار کامل زندگی درسطح زمین ، تابستانها طولانی سرخس های عظیم آبی وخشکی .	٣٠٠ میلیون	١/٥ سال	ـ
٨	دورۀ یخبندان ، زمستانی که ٢٥ میلیون سال طول‌کشیده جنگل‌های عظیم ، انواع مختلف جانورانی که با سرما سازش داشتند .	٢٠٠ میلیون	١ سال	ـ

فهرست سنی وقایع مهم

شماره	واقعه	سن: سال خورشیدی	سن: واحد کهکشانی	سن: شماره نسل‌ها
۹	تابستان گرم وطولانی، ظهور خزندگان قوی که گسترش فراوان داشتند؛ سوسمارهای عظیم الجثه زمینی؛ آبی هوائی .	۱۰۰ میلیون	۶ ماه	–
۱۰	دورهٔ فعالیت زمین ، خشکیها از هم جدا شده یا به هم نزدیک شده اند: قطعات زمین کوچك شده یا به هم پیوسته اند، وزمین به صورت امروزی درآمد . سوسمارهای عظیم الجثه از بین رفتند وحیوانات خونگرم نظیر پستانداران در زمین و پرندگان در هوا جای آنها را گرفتند .	۵۰ میلیون	۳ ماه	–

فهرست سنی وقایع مهم

شماره	واقعه	سن: سال‌خورشیدی	سن: واحدکهکشانی	شماره‌نسل‌ها
۱۱	سرما به‌صورت‌دوره‌های‌متناوب به‌زمین رسید. این‌سرما بعداز دوره‌های گرم تکرار می‌شد ازوقایع مهم ایندوره ظهورانسان است .	۰/۵ میلیون	۲۵ ساعت	۱۷۰۰۰
۱۲	تمدن بسیارقدیمی انسان؛ که فقطاز وسائل‌چوبی‌استفاده می‌کرده‌است .	۱۰۰تا۱۲۵هزار	۵تا۶ ساعت	۳۰۰۰تا۴۰۰۰
۱۳	سن سنگهای آتشزنه‌دستکاری شده	۲۵تا۵۰ هزار	۱تا۲/۵ساعت	۱۰۰۰تا۲۰۰۰
۱۴	سن سنگهای صیقلی شده	۱۲تا۲۵ هزار	۰/۵تا ۱ساعت	۵۰۰تا۱۰۰۰
۱۵	ابتدای دورهٔ برنز Bronze	۶ هزار	۱۸ دقیقه	۲۰۰
۱۶	دورهٔ علم نجوم	۵ هزار	۱۵ دقیقه	۱۷۰
۱۷	ابتدای‌دورهٔ آهن	۳ هزار	۹ دقیقه	۱۰۰
۱۸	ابتدای دورهٔ نجومی با دوربین‌ها (دوربین گالیله ۱۶۱۰)	۳۴۳	۱ دقیقه	۱۱

وضع کنونی کهکشان‌های متاگالاکسی را نمی‌توان مطالعه کرد، چه برسد به کهکشان‌های خارج از آن، زیرا برای رسیدن نور دورترین کهکشانی که تاکنون مطالعه شده به زمین ۵۰۰ میلیون سال وقت لازم است.

یعنی فاصله آن تا زمین ۵۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر (۵×۱۰^{۲۱} km) می‌باشد.

پس نوری که امروز از این کهکشان در تلسکوپ مشاهده می‌شود، متعلق به ۵۰۰ میلیون سال قبل آنست.

نوری که امروز از دورترین کهکشان بزمین میرسد متعلق به ۵۰۰ میلیون سال قبل یعنی دوره‌ای است که هنوز انسان وجود نداشته است.

دانشمند نجومی شوروی پ-پاره‌ناگو(۱) درمورد این نور محاسبهٔ زیر را انجام داده‌است:

وقتی که بشر پا به عرصه وجود گذاشت اشعه کهکشان دور، پرتو خود را منتشر کرده و $\frac{۹۹۹}{۱۰۰۰}$ راه را نیز طی کرده بود، ولی هنوز $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ راه باقیمانده بشر ۱۷۰۰۰ نسل را پشت سر گذشت، دوربین اختراع کرد، دستگاه‌های حساس عکاسی بوجود آورد، تلسکوپ های بزرگ ساخت و اشعهٔ این کهکشان به زمین رسیده و آن را امروز مشاهده می کنید و دستگاه آنرا رسم می نمائید.

در تمام این مدت نور $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ راه باقیمانده را طی کرد.

تاریخ حیات از انسان شروع نمی‌شود، زیرا وقتی انسان بوجود آمد که همه جانوران و گیاهان خشکی و دریائی و هوائی

1- P. Parénago

وجود داشتند. اما بازهم تاریخ زمین باتاریخ حیات فاصله‌زیادی دارد .

پس‌زمین‌شاهدتغییرات عظیمی‌بوده است .

مشاهدهٔ ستارگان نیزنشان میدهد، که‌آنها پس ازبوجود آمدن،روبزوال رفته ونابود می‌شوند .

فاصله‌زمانی لازم‌برای تحولات ستارگان بمراتب‌بیشتراز زمین ویاخورشید است .

درفهرستی که‌درصفحات قبل‌ملاحظه گردید، سن‌وقایع‌مهم به‌حسب سه‌تاریخ‌ذکرشده‌است .

۱ ــ مقیاس سال‌خورشیدی (حرکت‌انتقالی‌زمین).

۲ ــ سال کهکشانی (گردش منظومه‌شمسی بدور مرکز کهکشان‌مساوی ۱۸۰تا۲۰۰ میلیون سال شمسی) .

۳ ــ شماره‌نسل‌های انسانی(از پدر بزرگ تانوه‌کوچك دونسل فاصله است) .

سن‌زمین‌ازمقادیر ذکر شده نیزبیشتراست .

صدسال‌خورشیدی ازعمرمنظومه شمسی ، از نظر گردش کهکشانی منظومه، يك‌دقیقه است که‌واحد نجومی‌می‌باشد .

دراین‌يك‌دقیقه کهکشانی انسان‌بکشف بسیاری‌ازرازهای طبیعت پی‌برده‌است .

ساکنین‌يك‌سیاره کوچك(زمین)ازيك‌منظومه، نه‌تنهاستارگان کهکشان خودرا کشف کرده‌اند وبه‌خواص‌وعمر وچگونگی آن پی‌برده‌اند، بلکه کهکشانی راکه ۵۰۰ میلیون‌سال نوری‌اززمین فاصله‌داردمورد مطالعه قرار داده‌اند .

دانش‌امروزی نسبت‌بجهان ، بامقایسه‌دیدنیاکان‌ما، بسیار وسیع شده، اما بهتراست اقرارکنیم‌که هنوز بسیاری ازمعماها

شناخته نشده که باید در آینده حل گردند .

ممکن است، دانش بشر تاکنون بیش از یک قدم در راه مطالعه زمان و گسترش اشیاء برنداشته باشد ، اما باید دید آیا برداشتن قدم دوم میسر است ؟

پس از اینکه توانستیم زمان را بدقت اندازه بگیریم ، آیا می‌توانیم آنرا در اختیار نگهداریم .

۱۷

زمان را چگونه دراختیار میگیرند

به علت کندی سیر عده‌ای ازپدیده ها مطالعه آنها مشکل است .

مثلاً : رشد گیاهان ماهها و گاهی سالها طول می کشد ؛ مطالعۀ تغییراتی راکه‌در مدت‌رشد، حاصل می‌شود، دشواراست. زیرا نمی‌توان عمل‌مشاهده را چندماه‌بدون انقطاع دنبال کرد.

پس باید چاره‌ای اندیشید تا مدت انجام‌این پدیدکوتاه شود یعنی‌به سرعت آن افزوده گردد .

برعکس، درپدیده‌هائی که برق‌آسا صورت می گیرند نمی توان به‌جزئیات آن توجه‌داشت .

مثلاً درمسابقه‌فوتبال مدت‌زیادی بازیگران بدنبال هدف خود می‌دوند ومی‌جهند، ولی دفعتاً تماشاچیان صاحب یك نوع پیراهن را می بینندکه توپ‌را به‌مقصد پرتاب‌کرده است؛ ولی هیچگاه به‌حرکات پاوبدن این بازیگر به‌علت سرعت‌دقت‌ندارند پس‌باید به‌وسائلی از سرعت عمل‌کاست یعنی مدت انجام‌کار را طولانی کرد .

درعمل تیر اندازی ، فیزیك اتمی و هسته‌ای زمان لازم

برای انجام پدیده فوق‌العاده کوتاه است .

برای حل این گونه مسائل، امروزه از روش های تبدیل زمان استفاده می کنند .

در تبدیل زمان اجباری نداریم درسرعت یا چگونگی پدیده تغییری دهیم یعنی لازم نیست دستگاه مبدل ، روی سرعت سیر یا مدت پدیده اثرداشته باشد، زیرا دربعضی موارد چنین کاری لازم نیست ودر بیشتر موارد غیرممکن است .

مثلاً : مدت یا سرعت آذرخش به تماشاچی یا مطالعه کنندۀ بستگی ندارد .

در حالی که دستگاه نوسانگار کاتودی کار می کند یعنی دسته الکترونها از قطب منفی به سرعت به صفحۀ حساس رانده می‌شوند ودرسطح افقی تغییر مکان میدهند اگر تخلیه الکتریکی درجو صورت گیرد برقگیر آنرا به دستگاه کاتودی منتقل می‌سازد و روی صفحۀ حساس با ایجاد دندانه ها ، زمان و چگونگی آنرا ثبت می‌نماید .

با وجودیکه این پدیدۀ ثبت شده ولی هیچگاه از سرعت آن کاسته نشده است، زیرا این کار غیرممکن است وتنها بااستفاده از دستگاه سریع ودقیق به ثبت آن نائل آمده‌ایم .

علت مشکل بودن مطالعۀ رشد طبیعی یك گیاه ، تنها کند بودن سرعت و طولانی بودن مدت آنست .

تسریع درعمل رشدبه وسائل ومقدمات خاص به جای خود عمل فوق‌العاده مفیدی است ولی مسئلۀ امروزما ، چیز جداگانه‌ایست یعنی منظور ما مطالعۀ رشد طبیعی گیاهان و یا هرچیز بطی‌السیر است .

گذشته از آن تسریع در عمل رشد هیچگاه نمی‌توانـد

نموی راکه در مدت چند سال صورت می‌گیرد بـه چند ساعت برساند .

پس برای مطالعهٔ رشد طبیعی یك گیاه باید سیرورشدآنرا بدون کمترین تغییری مشاهده کنیم .

دراینجامنظور ازتبدیل زمان عبارت ازتغییر مدت‌مشاهده است نه تغییرسرعت سیرپدیده .

تجربه نشان داده است که با تئوری و نظریه های عملی نمی‌توان کار اجزاءِ مختلف یك ماشین‌را پیش‌بینی وتنظیم کرد .

باکوشش‌های‌طولانی که به عمل‌آمده، هرگز نتوانسته‌اند قبل‌از ساختن یکدستگاه کاراجزاء آنرا تنظیم ویا ازنقطهٔ نظر صرفه جوئی اقدام کنند .

پس‌نه نظرهای غیر عملی ونه تجربه های جـزء به جزء می‌توانند مشکلات وعیب هـای یك ماشین‌را رفع‌کنند . بلکه باید تك‌تك اجزاء ماشین‌درموقع‌کار مورد مطـاله قرارگیرندتا اگر اشکالی‌دارند رفع شود .

حال‌که این مطلب روشن شد باید دید چگـونه می‌تـوان پدیده های بسیارکند ویا بسیار سریع‌را مطالعه‌کرد تنهااشکال کار چگونگی‌عمل است .

روشی‌که بیش‌ازهمه‌برای تبدیل زمان رایج است عبارت ازعکسبرداری لحظه‌ای است‌که هنگام نمایش قسمت‌های آن‌به هم مربوط شده وپدیده به طورکلی قابل مطالعه می‌شود .

دستگاه فیلمبرداری مخصوص ذره‌بین زمان

دستگاههای معمولی فیلمبرداری ۲٤ تصویر در ثانیه تهیه می‌کنند ، دراین دستگاهها قرقره فیلم و شستی عکاسی سرعت مساوی دارند .

برای مطالعهٔ پدیده های کند مانند التیام یافتن یك زخم و یا رشد گیاه وغیره از دستگـاه فیلمبرداری مخصوص استفاده می‌کنند .

این فیلمبرداری‌عبارت ازتهیهٔ عکس‌های متوالی‌درفاصله زمانهای مساوی است .

که گاهی عمل عکسبرداری درثانیه یکی، ویا درساعت و یا درهر ۲٤ ساعت یکی خواهد بود بعد از تهیهٔ فیلم باسرعت معمولی آنرا نمایش‌می‌دهند .

تمام تغییرات بدون انقطاع دیده می‌شود تنها اختلاف آن با پدیدهٔ طبیعی برابر نبودن مقیاس زمان است .

بااین روش روئیدن گیاه را باچشم خود خواهیم دید ، یعنی رشد دانه وتشکیل جوانهٔ ابتدائی وساقه وشاخه وگل عمل گرده افشانی بالاخره میوه را تنها درمدت نیم‌ساعت روی‌پرده سینما خواهیم دید وحال آنکه برای انجام این‌کارها لااقل یك سال وقت لازم است .

دستگاه مخصوصی وجود داردکه حرکت قرقـره فیلم و شستی‌عکاسی آن باسرعت بیشتری‌کارمی‌کندبطوریکه‌این دستگاه بین۱۲۰ تا ۲٤۰ تصویر درثانیه‌تهیه می‌کند .

فیلمی‌که به‌این‌طریق تهیه شود اگر[باسرعت ۲٤ تصویر

درثانیه روی‌پرده بیاید حرکات بسیارسریع وپدیده‌های برق‌آسا به صورت حرکات بسیار کندی تبدیل می‌شود .

اگربااین‌دستگاه از دونده‌سریع‌السیری‌فیلمبرداری شود وبه ترتیب ذکرشده نمایش دهند ، حرکت دونده به قدری کند به نظرمی‌رسدکه تصور میرود در آب راه میرود ، زیرا دستگاه سرعت حرکت اورا چند برابرکم کرده است .

این‌روش اختصاصات مهمی ازپدیده های طبیعی‌را آشکار کرده است .

در صنعت ؛ از اجزاء ماشین‌ها باهمهٔ سرعتی که دارند عکسبرداری کرده وبه دقت حرکات آنهارا بازرسی می‌نمایند .

دستگاههای برش‌بسیار قوی که با برق‌کار می‌کنند براثر استعمال ممکن است‌کمی تغییرمحل داده باشند یا در حین عمل حرکت‌جانبی‌داشته باشندجزبه طریق عکسبرداری این انحراف راکه امکان خسارت زیادی دارد نمی‌توان مطالعه‌کرد .

تنها به طریقهٔ عکسبرداری فوق‌العاده سریع می‌توان یك پروانهٔ بی‌حرکت را از یك پروانه متحرك‌که فوق‌العاده تند می‌چرخد تشخیص‌داد .

افزایش شعله و قدرت سوپاپ ها در سیلندر موتورهای انفجاری با عکسبرداری فوق‌العاده سریع قابل مطالعه است .

اشعه‌ایکه درلحیم‌کاری ایجاد می‌شود نوری شدیدوزمانی کوتاه داردباوجود این‌به‌روش‌بالا می‌توان‌کمترین تغییرات‌آنرا مطالعه‌کرد.

با این روش در زمینه های پزشکی و زیستشناسی نیز قدمهای بزرگی برداشته شده‌است .

درمسائل‌مختلف تیراندازی مخصوصاً شلیك توپ(محاسبهٔ سرعت‌گلوله هنگام خروج از دهانه) و حرکت‌گلوله (وضع

گلوله ، سرعت وجرقه های آن) حتی لحظهٔ اصابت (نفوذ گلوله به داخل زره) و غیره عکسبرداری فوق‌العاده سریع نقش مهمی دارد .

درفیلمبرداریهای معمولی یعنی آنهائی که سرعت فوق‌العاده احتیاج ندارند.

برای تنظیم حرکت قرقره ویا بسته وبازشدن مجرای نور دستگاه، ازخزانهٔ ساعتی استفاده می کنند.

ولی درمواردیکه سرعت فوق‌العاده است، از علائم زمانی به طریق زیر استفاده می کنند :

مولدی انتخاب می کنند که به ازای بسامدهای معین (مثلاً ۱۰۰۰ موج) دیاپازنی را جذب کرده وجرقه‌ای درلامپ آرگون ایجاد نماید.

نوراین جرقه توسط یك عدسی روی جسم موردنظر متمرکز شده وعمل عکسبرداری ممکن می گردد .

به این ترتیب عکسهای دقیق ومتعدد ازیك پدیده به دست می آید که می توان آنرا به تأنی نمایش داد وروی قسمت های مختلف آن دقت کرد .

راه حل هائیکه برای بسیاری ازمسائل پیشنهادشده فوق‌العاده جالب وابتکاری هستند ونشان می دهند که افکار آدمی در جستجو وحل مسائل تاچه اندازه دقیق است .

دستگاه ابریان O'Brien

با این دستگاه درثانیه ۱۵ میلیون تصویر می توان تهیه کرد. ولی مدت عکسبرداری از ۰/۰۰۰۵ ثانیه تجاوز نمی کند .

اگر با این دستگاه بتوان مدت یك ثانیه عکسبرداری کرد ، برای نشان دادن فیلم آن (درهرثانیه ۱۶ تصویر) ۱۱ روز وقت لازم است .

ابریان دستگاه دیگری نیز ساخت که درثانیه‌می‌توانست ۱۰۰میلیون تصویر تهیه کند .

هیچ دستگاه مکانیکی نمی‌تواند درثانیه این قدر حرکت کند .

دستگاه‌عکس برداری مکانیکی‌فوق‌العاده‌سریع :

د. پرنس (۱) و و. رانکن (۲) باوسائل‌مکانیکی‌عکس‌برداری فوق‌العاده سریع انجام دادند .

به‌جای عدسی شئی دراین دستگاه صفحه‌ای‌قرار دارد که ۱۰۰۰سوراخ ریز وعدسیدار درآن تعبیه شده است .

این‌صفحه دردقیقه ۷۲۰۰ دور می‌چرخد. فاصله کانونی عدسی های کوچك‌آن ۲/۵ سانتیمتراست .

بااین روش توانستند ۱۲۰/۰۰۰ تصویر در ثانیه تهیه کنند .

عکسبرداری سریع به کمك آئینه دوار :

درداخل سیلندریك‌موتورانفجاری‌معمولاً مدت یك‌احتراق ازیکصدم‌ثانیه‌کمتراست . مسلماً لحظهٔ شروع‌احتراق بالحظه‌ای که‌نورآن به‌دستگاه عکاسی‌می‌رسد اختلاف‌وجود دارد .

آخرین تحقیقات نشان‌داده‌است که‌امواج‌ناشی ازانفجار باسرعتی مساوی ۱/٦ کیلومتر درثانیه منتشر می‌شوند .

این‌موج طول‌لوله‌سیلندررادر زمانی بین $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ ثانیه طی‌می‌کند .

پس برای رسم این‌پدیده سرعتی مساوی ۱۰۰/۰۰۰ تا ۱۰۰۰/۰۰۰ تصویردرثانیه لازم‌است .

1- D-Prince 2- V·Rankin

دستگاهی که بتواند بااین‌سرعت عکسبرداری کند بشرح زیراست :

یك‌دوربین عکاسی باعدسی شئی‌ثابت‌وصفحه‌ثابت‌ویك‌آئینه دوارساختمان این‌دستگاه را تشکیل می‌دهد .

چنین‌دستگاهی می‌تواند ۵۰۰/۰۰۰ تصویر درثانیه تهیه کند .

یك‌عدسی تصویر راروی آئینه دوارمنتقل می‌کند ، آئینه تصویررا روی عدسی‌ثابت‌منتقل می‌کند که‌ازآنجا به‌نقاط مختلف صفحه منعکس می‌شود .

تصویر تـامدتیکه‌نور ازعدسی دوم عبورمی‌کند روی صفحه ظاهرمی‌شود .

چون‌آئینه باسرعت زیادمیچرخد ، لذامدت توقف عکس روی‌صفحه فوق‌العاده کم‌است .

سلول کر (Kerr) .

همه می‌دانندکه نورچیزی جز نوسانات الکترومغناطیس نیست .

جهت‌انتشار نور باترکیب امواج‌الکتریکی‌ومغناطیسی که بصورت عمودبرهم‌منتشرمی‌شوند معلوم می‌شود .

نورسفیدمعمولی ، نتیجه‌مجموعه‌ای ازنوسانات ساده‌است، باین‌جهت‌نوسانات‌مرکب الکتریکی‌ومغناطیسی درآن(نورسفید) چندجهت دارند .

اجسامی نظیر اسپات‌دیسلند(۱) خاصیت انکسار مضاعف دارند .

دراین‌اجسام نورطبیعی بدودسته تقسیم می‌شود .

هریك‌ازدسته‌اشعه‌ها یك‌جهت‌دارند ودرجهت مربوطه‌شان

1- spath d'Islande

به‌صورت عمود برهم منتشر شده‌اند .

دسته اشعه الکتریکی ودسته اشعه مغناطیسی هر کدام جداگانه باین صورت منتشر شده‌اند.

به‌این نوع انتشار ؛ **نور قطبی شده** می گویند .

اجسامی نظیر کوارتز **سطح قطبش** نور را می‌توانند بچرخانند .

وقتی نور قطبی شده ازداخل کوارتز می گذرد زاویهٔ چرخش جبران شده دو باره دو دسته اشعه تجزیه شده بـا هم ترکیب می‌شوند .

بعضی از ترکیبات شیمیائی تحت‌تأثیر میدان الکتریکی یا مغناطیسی چنین خاصیتی پیدا می کنند .

نیترو بنزن وقتی درمیدان الکتریکی واقع می‌شود می‌تواند نور قطبی شده را بچرخاند.

شیشه درمیدان مغناطیسی چنین خاصیتی حاصل می کند .

ازاین خاصیت‌ها برای عکسبرداری‌های فوق‌العاده سریع استفاده کرده‌اند .

یك مورد آن **سلول کر** است .

هرسلول کر از دو پولاروئید (۱) تشکیل شده که بین آن دو، حفره کوچکی تعبیه‌شده‌است درداخل این حفره نیتروبنزن میریزند ودردوانتهـای حفرهٔ کوچك، دوالکترود قرارمیدهند .

جسم‌اول مانع عبورنور سفیداست، وآنرا قطبی میکند .

جسم‌دوم نیزمانند پولاروئید اول عمل میکند . دستگاه‌در حال عادی تاریك‌است .

اگرجریان الکتریکی به‌دوالکترود برسد و نیتروبنزن

1- Polaroïde

درمیدان الکتریکی قرارمی گیرد و نورقطبی‌شده را میچرخاند اندازه این چرخش به قدری است که نور از دو پـولاروئید عبور می کند .

به‌این‌طریق سلول کر مانع‌عبور نور بطوردائم است .

ولی‌چون ظرفیت الکتریکی سلول کر کم‌است لذامیتوان باشدت‌های کم‌درمدت‌کوتاه ازآن استفاده کرد .

به‌این وسیله می‌توان درمدت کمتر از صد میلیونم ثانیه عکسبرداری کرد .

پدیدهٔ قطبش دورانی مغناطیسی فاراده (۱).

دستگاه‌شامل دو پولاروئیداست که‌بین آنهااستوانه‌شیشه‌ای قرار دارد .

این‌استوانه‌شیشه‌ای‌درعین حال‌داخل یك‌سیمپیچ‌الکتریکی واقع شده‌است .

موقعی که‌جریان‌ازسیمپیچ‌می گذرد میدان مغناطیسی‌ایجاد کرده‌ودرچنین‌وضعی استوانه شیشه‌ای نورقطبی‌شده‌را میچرخاند ودر واقع ازدستگاه نور عبورمی کند .

بااین دستگاه‌دریك‌میلیونم‌ثانیه می‌توان تصویر تهیه کرد .

دستگاه مشبك

اساس این‌دستگاه به شرح زیراست :

به وسیلهٔ عدسی‌شئی نور به صفحهٔ مشبکی میرسد وازآن به صفحهٔ حساس منتقل می گردد .

صفحهٔ مبدل دارای شکاف‌ها باریك به عـرض ۰۸ ۰ ۵ ۰ ./. میلیمتراست .

1- Faraday

این شکاف‌ها به طور موازی‌کنار هم به فاصلهٔ ۰۵۰۸/. میلیمتر قرار دارند. درهرحرکت صفحهٔ مشبك به اندازهٔ‌عرض شکاف تغییر مکان می‌دهد (یعنی به اندازهٔ ۰۵۰۸/. میلیمتر).

با این حرکت محل تصویر اول به وسیلهٔ حد فاصل دو شکاف کاملاً پوشیده شده ودستگاه برای عکسبرداری دوم آماده است ، به این‌ترتیب وقتی صفحهٔ مشبك ۰۵۰۸/. میلیمتر تغییر مکان نماید دستگاه ۱۰۰ تصویر تهیه کرده است.

برای اینکه بتوان بااین‌دستگاه ۱۰۰ میلیون تصویر در ثانیه تهیه کرد ؛ باید سرعت حرکت صفحهٔ مشبك ۵۰۸ متر در ثانیه باشد .

این‌سرعت به‌وسیلهٔ آئینه دواری به سرعت ۱۰۰ دور در ثانیه تأمین می‌شود .

چنین دستگاهی به علت باریك بودن شکافها فقط از پدیده های نورانی مانند انفجار می‌توانند عکسبرداری کند.

مدتی‌راکه بااین وسیله می‌توان عکسبرداری کرد معمولاً یك میلیونم ثانیه است و دراین مدت ۱۰۰/۰ تصویر تهیه‌می‌شود.

عده‌ای عقیده دارند با تکمیل این وسیله می‌توان دفعات عکسبرداری‌را به‌یك میلیارد درثانیه رسانید.

مطلب مهمی‌که درعکسبرداری‌های‌فوق‌العاده سریع مورد توجهٔ می‌باشد مسئلهٔ روشنائی کافی است .

درمواردیکه ازاجسام نورانی مانند آذرخش یا انفجار عکسبرداری می‌کنیم این‌مسئله مطرح نیست .

ولی درموقع عکسبرداری از اجسام‌تاریك معمولاً ازیك منبع نورانی استفاده می‌کنند .

اگرهم ابتدای‌روشنائی‌با عمل‌عکسبرداری همزمان‌باشد، باز مدت روشنائی کمی‌ازمدت عکسبرداری زیادتر می‌شود .

دریك دوربین معمولی حرکت صفحه به صورت متناوب و منقطع است .

یعنی لحظهٔ قطع نیز در آن وجود دارد .

حداکثر سرعتی که می‌توانند این دستگاهها داشته باشند ۲٤۰ تصویر درثانیه است .

ذره‌بین زمان

دراین دستگاه حرکت صفحه منقطع نبوده بلکه دائمی و پیوسته است .

لذا دستگاه با سرعت فوق‌العاده زیاد می‌تواند کار کند .

تنها موضوعی که باید دراین‌نوع عکسبرداری بیش‌ازهمه دقت شود همزمانی و تطبیق حرکت قرقره و عمل عکسبرداری است .

تغییر مکان تصویر به‌کمك استوانه دواری صورت می گیرد که‌اطراف آن چندآئینهٔ تعبیه‌کرده‌اند تصویر توسط عدسی‌اول به آئینه دوار میرسد واز آنجا به روی صفحهٔ حساس منتقل می‌شود.

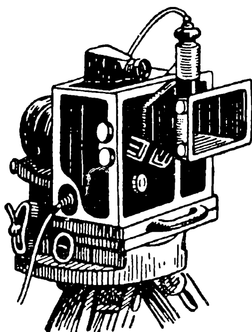
استوانهٔ داری آئینه، می‌چرخد پس‌تصویر نیز تغییرمکان می‌دهد .

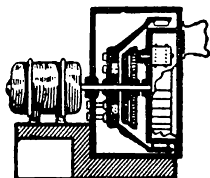
سرعت چرخش استوانه را باسرعت حرکت صفحهٔ‌حساس (قرقره)تطبیق می‌دهند .

عمل‌عکسبرداری باحرکت آئینه وحرکت صفحهٔ حساس ادامه دارد ومدتی‌بسیار کوتاه وقت صرف می‌شود تا ازیك‌تصویر عکسبرداری شود، بعداز اتمام اولین تصویر دومین‌تصویر آغاز می‌شود، تصویر دوم توسط آئینه دیگری که دردنبال آئینهٔ اول است برصفحه منتقل می‌شود . (شکل٤٨)

نوعی‌دستگاه عکاسی روسی ازنوع (SK-۱) می‌تواند در

ثانیه ۴۰۰۰ تصویر تهیه کنند .





شکل ۴۸ـ دوربین عکاسی، از نوع (ذره‌بین زمان)
a ـ شکل ظاهری
b ـ طرح وساختمان

دستگاه عکاسی باجرقه:

دستگاه دارای استوانـه‌ای است که بـا سرعت فوق‌العاده می‌چرخد؛ دوراین استوانه یك قرقره فیلم به‌طول چندین‌متر پیچیده شده است .

روشنائی دستگاه باجرقه تأمین می‌شود . این دستگاه می تواند ده میلیون منظره درثانیه‌تهیه کنند .

هریك منظره‌قسمتی ازپدیده را نشان‌می‌دهد ولی‌وقتی‌باهم نمایش داده شد می‌توان یك پدیدهٔ کامل را ملاحظه کرد .

مزیت این دستگاه اینست که علاوه‌بر تهیهٔ مناظردقیق‌ازیك پدیده می‌توان زمان بین دومنظره‌را نیز محاسبه کرد .

برای این منظورازیك **لولهٔ کاتودی** کمك می گیرند .

به این ترتیب شعاعهای نورانی که ازفیلم تصویر میگذرد به وسیلهٔ دستگاه مبدل به امواج الکتریکی‌تبدیل وبه‌نوساننگار منتقل می‌شود .

این‌نوسانات با نوسانات مولد معینی سنجیده می‌شود و مدت هرتصویر معلوم میگردد .

اگر امواج مولد ۲ میلیون در ثانیه باشد دقت محاسبه

۸-۱۰ ثانیه خواهد بود .

با این‌روش می‌توان سرعت گلوله توپی را دریك میلیمتر به دست آورد .

بعضی عکسبرداری ها به قدری سریع انجام می گیرند (میلیونم یا ده میلیونم ثانیه) که به نظر میرسد برای انجام کار زمان‌را متوقف کرده‌اند .

مثلاً درفاصلهٔ زمان کوتاهی که گلوله ازدهانه تفنگ خارج می‌شود و به هدف اصابت می کند ، عکسهای بسیاری تهیه‌میکنند حتی لحظهٔ خروج گلوله ازدهانهٔ تفنگ و لحظه اصابت و لحظات دیگر ازمسیر گلوله بخوبی عکسبرداری می‌شود .

برای اندازه گیری زمانهای فوق‌العاده کوتاه براساس تبدیل زمان ازجریان پرکردن خازنها استفاده می کنند .

استفاده از عکس ـ الکترونی در تبدیل فوق‌العادهٔ سریع زمان

دستگاه الکترونی برای تهیه تصویرفوق‌العاده سریع بر کلیهٔ دستگاههای زمان مزیت دارد .

درعکسبرداری‌ها سریع ، مسئله‌قطع و وصل عکسبرداری فوق‌العاده مشکل است .

مانعی‌راکه براساس خاصیت شیشه در محیط مغناطیسی و روش فاراده استوار بود نیز نقاط‌ضعف زیاد دارد. زیرا گذشته ازهمه با آن دستگاه درکمتر از یك میلیونم ثانیه نمی‌توان تصویر تهیه کرد .

سلول کر با وجودیکه در یکصد میلیونم ثانیه تصویر تهیه

می‌کند ولی مایع نیترو بنزن بسیاری از نورها را جذب می‌کند وحتی سلول کرطیف نوری ایجاد می‌کند .

پس مسئلهٔ حرکت صفحهٔ حساس یا تصویر با سرعت لازم هنوز به صورت مشکلی باقی‌مانده است .

ولی استفاده ازدستگاه نور الکترونی به جای تغییر مکان تصویر ویا حرکت قرقره بر دستگاههائی که تاکنون معرفی شده‌اند مزیت فراوان دارد .

عمل عکسبرداری دراین دستگاه درمدت کمتراز 3×10^{-8} ثانیه صورت می‌گیرد وحداقل زمانی که برای تهیه یك تصویر با این روش ممکن است یك میلیاردم ثانیه است .

این وسیله موجب می‌شود که بتوان درعکاسی ازاشعهٔ نافذ ایکس(x) که به‌مراتب از نورهای دیگر قویتر است استفاده کرد.

شرح دستگاه وچگونگی عمل آن به این قرار است:

یك کاتود نوری ، یك سیستم نوری الکترونی ویك صفحهٔ فلورسنت ساختمان اصلی دستگاه را تشکیل می‌دهد .

تصویر نوری یك جسم درنقطهٔ کاتود متمرکز می‌شود ،این تصویر ، به وسیلهٔ الکترونها که تحت تأثیر میدان الکتریکی حرکت می‌کنند به طرف صفحهٔ حساس رانده می‌شوند . دسته الکترونهای حامل تصویر درفاصلهٔ کاتد وصفحهٔ حساس درسطح افقی تغییر مکان می‌دهند . وتصویر روی صفحه ظاهر می‌شود .

چون کاتود نوری علاوه بر نورهای مرئی تحت تأثیر نورهای نامرئی چون اشعهٔ x قرار می‌گیرد ، لذا به کمك این دستگاه می‌توان منطقهٔ وسیعی از منظره را عکسبرداری کرد ، یعنی آن قسمت از منظره که به ظاهر روشن نیست نیز قابل عکسبرداری است .

دراین‌مبدل میتوان عکس‌های کوچکتر یا بزرگتر ازجسم تهیه کرد .

چون پرتو تصویر روی صفحهٔ حساس بستگی کامل به الکترونهائی دارند که پرتاب می‌شوند لذا می‌توان عکس های روشن‌تر و یامبهم تهیه کرد .

برای تهیه عکس‌های کاملاً روشن معمولاً باید اختلاف پتانسیل لولهٔ کاتودی بین۶۰۰۰تا۱۲۰۰۰ ولت باشد .

آغاز یا قطع عمل عکسبرداری ، تغییرمکان تصویر روی صفحه حساس لوله کاتودی ، همزمانی اعمال عکسبرداری لحظات مختلف پدیدهٔ مورد مطالعه ؛ ایجادتأخیر لازم‌بالاخره مشخص‌کردن حدود منظره با دقت بیشتر به وسیلهٔ دستگاه به مراتب بهتراز دستگاههائی است‌که تاکنون معرفی شده است .

اختلاف اساسی‌این دستگاه با دستگاههای دیگردراینست که این‌دستگاه ناقل‌تصویر الکترونی است نه نوری.

روی صفحهٔ حساس دستگاه‌کاتودی یك ردیف عکس‌ایجاد می‌شودکه ازتغییر مکان دسته الکترونها حاصل شده‌است .

بااین دستگاه می‌توان ازلحظهٔ روشن شدن و یاخاموش شدن یك لامپ عکس‌های زیادی تهیه‌کرد .

امروزه مبدل الکترونی نور سریعترین وسیله برای عکسبرداری وتغییرمکان آن می‌باشد .

کورتنه پرات (۱) سرعت تغییر مکان دستهٔ الکترونها وتصویرهاراروی‌صفحهٔ حساس‌به ۳۰۰/۰۰۰متر درثانیه‌رسانیده است ، این رقم ۱۰۰۰ مرتبه زیادتر از بهترین دستگاههای مکانیکی‌است .

1- Courtner - pratt

این دستگاه فاصلهٔ زمان یك میلیاردم ثانیه را می‌تواند محاسبه کند .

یعنی اگر دواشعه فقط یك متر اختلاف داشته باشند زمان آن قابل محاسبه است .

عکسبرداری فوق‌العاده سریع (دریك میلیونم یا یك ده میلیونم حتی یك میلیاردم ثانیه) به قدری پیشرفت کرده که به نظر میرسد زمان برای یك لحظه متوقف می‌ماند .

این وسیله می‌تواند ازدقیقترین‌وسریعترین حوادث‌عکس برداری کند .

مثلاً : اتوموبیلی که با سرعت سرسام‌آور درحال سقوط است ویا گلوله‌ای که از دهانه تفنگ خارج میشود یا آذرخش و غیره به خوبی‌قابل‌عکسبرداری است .

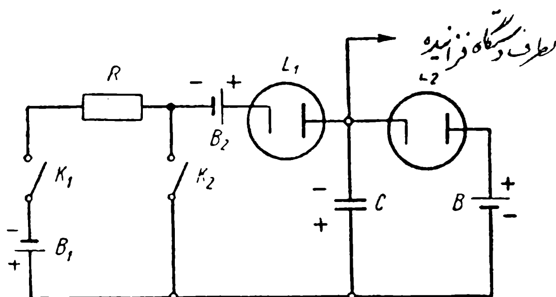
عکسبرداری از سیرطبیعی موجودات ذره بینی درحل بسیاری از مسائل زیستی‌کمك فراوان‌کرده است .

مبدلهای الکتریکی زمان

با روش خازنها به طوریکه درفصل نهم دیدیم نمی‌توانیم زمانهای‌کوتاهتر از یك میلیونم ثانیه را محاسبه‌کنیم زیرا در زمان‌های فوق‌العاده‌کوتاه بار جمع شده درخازن نیز بسیارکم می‌شود وچنین وضعی اختلاف پتانسیلی ناچیز ایجاد می‌کند، و اختلاف پتانسیل‌کم‌موجب اختلال‌کار دستگاه‌است.

اختراع«تراکم‌دوگانه» مشکل‌تغییرپتانسیل‌را حل‌می‌کند در این دستگاه یك جریان برای پرکردن خازن ویك جریان برای خالی‌کردن آن به طور دائم وجود دارد .

عمل دستگاه مطابق (شکل۴۹) به‌این طریق است :



شکل ۴۹ـ پرکردن خازن ومحاسبهٔ زمان با نسبت بار الکتریکی

موقع بستن کلید K_1 خازن C باجریان ثابت I_1 بامنبع B_1 پر می‌شود .

لامپ مخصوص L_1 درمسیراین جریان قراردارد .

درموقع بستن کلید K_2 عمل پرشدن خازن قطع شده‌ولی عمل تخلیه‌آن‌توسط لامپ کنوترون L_2 (۱) (لامپ کنوترون برای یك طرفه کـردن جریان به‌کار می‌رود) بـا شدت I_2 صورت می گیرد .

جریان حاصل ازتخلیه خازن از دستگاه تقویت کننده‌ای عبور می کند .

مزیت این‌دستگاه اینست که خازن درمدت بسیار کوتاه‌پر شده وتخلیهٔ آن مدت مدیدی طول می کشد .

به همان نسبت که‌شدت جریان هنگام پرشدن خازن‌زیاد ومدت‌آن‌کوتاه‌است وهنگام تخلیه زمان دراز وشدت جریان کم می‌شود .

اگر شدت جریان هنگام پرشدن ۱۰۰ و مدت یك‌باشد،

1- Kénotron

هنگام تخلیه به عکس خواهد بود یعنی مدت ۱۰۰ وشدت یك خواهد بود .

در واقع عدد ۱۰۰ را ضریب تخلیه نامیده‌اند .

یك دستگاه مبدل زمان ، نمی‌تواند ضریبی بیشتر از ۱۰۰ داشته باشد .

ولی می‌توان از به هم بستن چند مبدل ضریب تبدیل را به ۱۰۰۰/۰۰۰ حتی ۱۰۰/۰۰۰/۰۰۰ رساند .

به کمك این دستگاهها می‌توان یك میلیاردم ثانیه حتی کمتر از آن را نیز حساب کرد .

دستگاههای تبدیل الکتریکی زمان یا سایر دستگاهها نمی‌توانند کمتر از میلیاردم ثانیه را محاسبه کنند ولی با این دستگاه می‌توان مدت درازی زمان را بادقت کمتر از میلیاردم ثانیه حساب کرد.

در اشعه های سماوی شعاع‌های مخصوصی که عمری در حدود میلیونم یا صدمیلیونم ثانیه دارند بااین دستگاه قابل سنجش هستند مبدل الکتریکی برای مطالعهٔ پدیده‌های فوق العاده سریع ارزش خارق العاده دارد.

نتیجه

امروزه‌روشهائی شناخته‌اندکه می‌توانند وقایع تاریخ را به طور دقیق بازشناسند وطول‌عمرزمین وخورشید وستارگان را تاده‌ها میلیارد سال حساب کنند .

به همان نسبت فاصلهٔ زمانهای‌فوق‌العاده کوتاه را که گاهی به میلیاردم ثانیه می‌رسد حساب می‌کنند .

وسیرذرات‌ماده قابل محاسبه‌بوده وزمان‌ترکیب وتشکیل مولکولهارا می‌توان ثبت کرد .

همراه سریع‌ترین پدیده ها ، دستگاه های اندازه گیری محاسبه می‌کنند واین عمل‌باچنان دقتی‌صورت می‌گیرد که گوئی محاسبهٔ زمان بدون تأخیر صورت می‌گیرد .

محاسبه زمان‌درعلوم وفنون تغییرات زیادی‌ایجاد کرده و پیشرفتهای جدید علمی تامقدار زیادی مدیون اندازه گیری‌های دقیق زمان است .

درمحاسبهٔ حرکت‌های سریع و مسافتهای طولانی کیهانی ارزش محاسبات دقیق برکسی پوشیده نیست .

پایان

مترجم این کتاب سال ۱۳۱۳ در صومعه سرا متولد شده است. تحصیلات عالی خود را در علوم طبیعی بپایان رسانیده کار اصلی ایشان دبیری در دبیرستانها است که بکار ترجمه و تألیف هم علاقه فراوان دارند و ضمناً با مطبوعات علمی نیز همکاری میکنند.

از ترجمه‌های ایشان که تا کنون چاپ شده است (زندگی در دریا) و کتاب حاضر است و چند ترجمهٔ نیز زیر چاپ دارند.